



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y
Geográfica
Unidad de Posgrado

Adaptación al cambio climático del cultivo de quinua
(*Chenopodium quinoa* willd) en los Andes del Perú

TESIS

Para optar el Grado Académico de Doctor en Ciencias
Ambientales

AUTOR

Edgar Amador ESPINOZA MONTESINOS

ASESOR

Francisco ESPINOZA MONTESINOS

Lima, Perú

2016



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Espinoza, E. (2016). *Adaptación al cambio climático del cultivo de quinua (Chenopodium quinoa willd) en los Andes del Perú*. Tesis para optar el grado de Doctor en Ciencias Ambientales. Unidad de Posgrado, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

Dedicatoria

*A mi madre Gavina Montesinos Zevallos,
que desde el cielo ilumina mi camino.
A mi padre Cirilo Espinoza Chávez, con amor y gratitud.
A mi abuela Candelaria Chávez Carrión, por su ejemplo.
A la memoria de ellos, que partieron al más allá, como
homenaje póstumo a su cariño dedicado y consejos que añoro.*

*A mi esposa Juana Ramírez,
por su apoyo, comprensión y
cariño.
A mi hijo Edgard Jorge, que
significa mi razón de superación.*

*Con profundo cariño a mis hermanos
y hermanas, sobrinos (as) por su apoyo
incondicional y aliento permanente.*

Agradecimiento

El autor expresa su sincero agradecimiento a las siguientes personas, quienes con su apoyo hicieron posible que esta investigación culminara en forma exitosa:

- *A la Dra. Margarita Ysabel Pajares Flores, por su enorme paciencia e invaluable apoyo en el desarrollo de la investigación doctoral.*
- *A la Dra. Betty Gaby Millán Salazar (CC.BB) y Dra. Joaquina Adelaida Albán Castillo (CC.BB), quienes colaboraron como jurados informantes.*
- *A los docentes del programa del Doctorado de Ciencias Ambientales, que con su sabiduría contribuyeron enriqueciendo conocimientos sustanciales para el logro de mis aspiraciones: Dr. Jesús Ángel Chávez Machado, Dra. Rosa Puente Saldaña, Dr. Carlos Francisco Cabrera Carranza, Dr. Oscar Rafael Tinoco, Dr. Niels Valencia Chacón, Dr. Wilder Valenzuela y Dra. Rosa Nolberta Fuentes.*
- *Al Dr. Ing. Carlos Portales Cevallos (UNALM), por sus aportes medulares en la recolección de datos de quinua y en el análisis estadístico.*
- *Al Dr. Ing. Francisco Espinoza Montesinos (UNALM), Profesor Principal de UNASAM y asesor del presente trabajo de investigación, por su orientación y valioso estímulo brindado, eterna gratitud.*
- *A todos mis amigos y compañeros de estudio del doctorado de Ciencias Ambientales que contribuirán acertadamente en el desarrollo positivo de nuestro país.*
- *Finalmente, agradezco a todas las personas que de una otra forma han colaborado para la ejecución del presente trabajo de investigación.*

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE GENERAL	v
Resumen	x
Abstract	xi

CAPÍTULO 1

1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.2.1 Situación problemática	3
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	5
1.3.1 Problema General	5
1.3.2 Problemas Específicos	5
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	6
1.4.1 Justificación Práctica	6
1.4.2 Justificación Económica	6
1.4.3 Justificación Ambiental	6
1.4.4 Justificación Social	6
1.5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	7
1.5.1 Objetivo General	7
1.5.2 Objetivos Específicos	7
1.6 HIPOTESIS Y VARIABLES	7
1.6.1 Hipótesis general	7
1.6.2 Hipótesis específicas	7
1.6.3 Identificación de variables	8

CAPÍTULO 2

2.1 MARCO TEÓRICO	9
2.1.1 MARCO FILOSÓFICO O EPISTEMOLÓGICO	9
2.1.2 MARCO CONCEPTUAL O GLOSARIO	11
2.1.2.1 Cambio Climático	11
2.1.2.2 Beneficio nutricional de la quinua y aminoácidos	12

2.1.2.3 Factores desfavorables en el rendimiento de quinua	13
2.2 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	17
2.2.1 Cultivo de quinua y su importancia	17
2.2.2 Radiación y fotoperiodo en el cultivo de quinua	26
2.2.3 La potencialidad de la quinua	26
2.2.4 Altitud para el cultivo de quinua	27
2.2.5 Variedades de quinua en el Perú	27
2.3 BASES TEÓRICAS	38
2.3.1 Importancia nutricional y calidad de la quinua	38
2.3.2 Características de sequías y déficit hídrico	40
2.3.3 Cambio climático y respuestas de los cultivos anuales	41
2.3.4 Cambio climático y respuestas en el agua de las plantas	44
2.3.5 Cambio climático y calidades de los granos	45
2.3.6 Impacto del cambio climático en la agricultura	46
 CAPÍTULO 3	
3.1 METODOLOGÍA	48
3.2 TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	55
3.3 UNIDAD DE ANÁLISIS	56
3.4 POBLACIÓN DE ESTUDIO	57
3.5 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	57
3.6 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN	66
3.7 ANÁLISIS ECONÓMICO Y COSTOS DE PRODUCCIÓN	69
 CAPÍTULO 4	
4.1 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	70
4.2 ANÁLISIS, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	71
4.2.1 Análisis biométricas de altura de planta (cm) y altura de Panoja de quinua.	71
4.2.2 Análisis de componentes de rendimiento peso seco de grano de quinua.	71
4.3 PRUEBA DE HIPÓTESIS	71
4.4 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	74

4.5 ANÁLISIS ECONÓMICO DEL CULTIVO DE QUINUA	90
4.5.1 Análisis económico en base a los costos	97
4.5.2 Análisis de calidad comercial de grano de quinua	97
CONCLUSIONES	99
RECOMENDACIONES	100
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	99
ANEXOS	107

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Composición química, valor nutricional de cereales y granos andinos	13
Cuadro 2. Características de variedades de quinua del Altiplano	30
Cuadro 3. Variedades de quinua que destacan en Sudamérica	30
Cuadro 4. Características de variedades de quinua del Altiplano	31
Cuadro 5. Producción de quinua 2013	32
Cuadro 6. Series históricas de producción de quinua	33
Cuadro 7. Producción de quinua en la Región de Huancavelica	33
Cuadro 8. Contenido de vitaminas en quinua y otros cereales	38
Cuadro 9. Valores nutricionales de quinua	39
Cuadro 10. Contenidos de ácidos grasos de la quinua	39
Cuadro 11. Densidad y espaciamiento de D1 y D2	52
Cuadro 12. Aleatorización de las 05 variedades de quinua de D1 y D2	52
Cuadro 13. Características del campo experimental en Ancash	53
Cuadro 14. Características del campo experimental de Huancavelica	54
Cuadro 15. Análisis de variancia individual para cada densidad	55
Cuadro 16. Análisis de variancia combinado (DD x VV)	56
Cuadro 17. Características de los experimentos D1 y D2	57
Cuadro 18. Características de las variedades Salcedo y Pasankalla	61
Cuadro 19. Características de las variedades Negra Collana y B.Junín	62
Cuadro 20. Siembra y rotación en Molle, Ancash	64
Cuadro 21. Siembra y rotación en Lircay, Huancavelica	64
Cuadro 22. Análisis de suelo para la siembra de quinua	65

Cuadro 23. Resultados del Experimento 1. (D1, con 25 cm)	70
Cuadro 24. Resultados del experimento 2 (D2, con 20 cm)	71
Cuadro 25. Resultados promedio evaluados de altura de planta	72
Cuadro 26. Análisis de variancia, resultados de la densidad 1	72
Cuadro 27. Resultados promedio de rendimiento por Ha.de quinua	73
Cuadro 28. Análisis de variancia, resultados de la densidad 1	73
Cuadro 29. Resultados promedios de altura de planta	78
Cuadro 30. Resultados promedios de altura de panoja	82
Cuadro 31. Resultado promedios de número de ramas de planta	86
Cuadro 32. Resultados promedios de rendimiento en Ancash	91
Cuadro 33. Resultados promedios de peso de 1000 semillas en Ancash	95
Cuadro 34. Resultados promedios de floración de la quinua en Ancash	107
Cuadro 35. Resultados promedios de rendimiento por parcela en Ancash	108
Cuadro 36. Resultados promedios de rendimiento en Huancavelica	109
Cuadro 37. Resultados promedios de altura de planta en Huancavelica	110
Cuadro 38. Cronograma de actividades en la conducción del cultivo	111
Cuadro 39. Costo de producción por hectárea de cultivo D1	112
Cuadro 40. Costo de producción por hectárea de cultivo D2	113
Cuadro 41. Resumen estadístico del Programa SAS versión 9.2	114

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Impacto de eventos climáticos adversos	10
Figura 2. Composición de aminoácidos de la quinua, trigo y leche	12
Figura 3. Sensibilidad de cultivos ante la variabilidad climática	14
Figura 4. Daño ocasionado por granizada en Puno, Perú	15
Figuras 5 y 6. Daño ocasionados por viento en Angaraes, Huancavelica	15
Figura 7. Escenario de riego ante temporadas de lluvias	16
Figura 8. Fases fenológicas de la quinua	22
Figura 9. Estadística de producción nacional de quinua 2010	31
Figuras 10. Rendimiento comparado de la quinua Perú y Bolivia	32
Figuras 11 y 12. Variedad de grano blanco y variedad de grano rojo	33
Figura 13. Producción de quinua 2002 a 2013	34
Figura 14. Producción de quinua por departamentos 2011	35

Figura 15. Exportación de quinua 2002 a 2013	35
Figura 16. Estacionalidad de cosecha de quinua peruana	36
Figura 17. Estacionalidad de la cosecha de quinua por departamento	36
Figura 18. Exportación de quinua, según los principales países	37
Figuras 19 y 20. Variabilidad climática y su relación con cambio climático	47
Figuras 21, 22,23 y 24. Variedades de quinua roja y negra	51
Figura 25. Variedad de quinua Pasankalla y grano comestible	58
Figura 26. Variedad de quinua Negra y grano comestible	58
Figura 27. Variedad de quinua Salcedo INIA y grano comestible	59
Figura 28. Variedad de quinua Blanca Junín y grano comestible	60
; Figura 29. Variedad San Juan y grano comestible	60
Figuras 30,31 y 32. Mapa geográfico de Ocros y Angaraes	63
Figuras 33, 34,35 y 36. Rotación de cultivo para siembras	64
Figura 37.Efecto de altura de planta en quinua	73
Figura 38.Efecto de dos densidades de rendimiento de cinco variedades	73
Figuras 39 y 40. Altura de planta de Salcedo y Pasankalla	77
Figuras 41 y 42. Altura de panoja de Pasankalla y Negra Collana	81
Figura 43. Ramas de la quinua de Pasankalla	85
Figuras 44, 45,46 y 47.Rendimientos de las variedades de quinua	90
Figura 48. Calidad de grano de quinua Pasankalla y Negra Collana	98
Figura 49 Calidad de grano de quinua Salcedo, Blanca J. y San Juan	98
Figura 50.Efecto de densidad de planta en altura	118
Figura 51.Efecto de densidad de planta en panoja	118
Figura 52.Efecto de dos densidades de rendimiento de quinua	119
Figura 53.Efecto de dos densidades de rendimiento en 5 variedades	119
Figura 54. Características y procedencia de la variedad Salcedo INIA	120
Figura 55. Características y procedencia de la variedad Pasankalla	121
Figura 56. Características y procedencia de la variedad Negra Collana	122
Figura 57. Características y procedencia de la variedad Blanca Junín	123
Figura 58. Características y procedencia de la variedad Maranganí.	124

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como principal objetivo evaluar la adaptación del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) al cambio climático en los andes del Perú.

En el primer año fueron sembradas diez variedades de quinua (procedentes de la región Puno y de la Universidad Nacional Agraria La Molina [UNALM]) con características agronómicas de periodo vegetativo precoz, intermedio y tardío, de los cuales solo cinco variedades se consideraron para este estudio por su adaptación en las regiones de Áncash y Huancavelica bajo condiciones de campo.

Los tratamientos fueron conducidos bajo un diseño de Bloques Completos al Azar con un arreglo factorial de cinco variedades con dos densidades de siembra.

Las variables evaluadas fueron los componentes biométricos (altura de planta, altura de panoja y número de ramas) y los componentes de rendimiento (peso seco del grano de quinua).

Los resultados de rendimiento de grano mostraron que la variedad de quinua Salcedo INIA presenta los mejores rendimientos y calidad de grano en el periodo experimental, en tanto los resultados de menor rendimiento se obtuvieron con la variedad San Juan (testigo).

Los mejores valores de los componentes biométricos se alcanzaron con la variedad Salcedo INIA. Los caracteres elegidos para evaluar el cambio climático fueron: altura de planta, altura de panoja, número de panoja y peso seco del grano de quinua.

Para el factor densidad de plantas, el más alto valor de rendimiento promedio de quinua (2618.21 kg/ha) se alcanzó con la densidad de D2 (20 cm) 250 000 plantas/ha.

Finalmente, el análisis económico indica que las variedades INIA Salcedo y Blanca Junín tuvieron el más alto rendimiento en producción en los años de estudio, mostrando un mejor comportamiento en la adaptación al cambio climático en los andes del Perú.

ABSTRACT

The present research has as main objective to assess crop adaptation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) to climate change in the Andes of Peru. In the first year were sown ten varieties of quinoa (from the Puno region and the Universidad Nacional Agraria La Molina [UNALM]) with agronomic characteristics of growing season early, intermediate and late, of which only five varieties were considered for this study for their adaptation in the regions of Ancash and Huancavelica under field conditions.

The treatments were conducted under a design of complete blocks at random with a factorial arrangement of five varieties with two densities. The variables evaluated were biometric components (plant height, panicle height and number of branches) and yield components (dry weight of quinoa grain).

Performance results showed that quinoa grain variety Salcedo INIA presented the best yield and quality of grain in the experimental period, while lower performance results were obtained with the variety San Juan (withness). The best values of biometric components were achieved with INIA variety Salcedo. The characters chosen to assess climate change were: plant height, height of panicle, number of panicle and weight dry of quinoa grain. For the density factor of plants, the highest value of average yield of quinoa (2618.21 kg / ha) was achieved with the density of D2 (20 cm) 250 000 plants / ha.

Finally, the economic analysis indicates that varieties Salcedo INIA and Blanca Junín had the highest production performance in the years of study, showing an improved performance in adapting to climate change in the Andes of Peru.

CAPÍTULO 1

1.1 INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) es un cultivo que se siembra tradicionalmente en los diversos pisos altitudinales de la sierra del Perú; las culturas preinca e inca tuvieron ecotipos de quinua en diferentes condiciones ambientales, que han constituido un alimento importante por su valor nutricional. Se le consideraba un alimento sagrado desde la época incaica por sus características no solo nutricionales sino también terapéuticas, conocidas por gran parte de los pobladores de la zona andina; no obstante, el rendimiento de producción, productividad de cosecha y la calidad de grano se encuentra limitada por los factores abióticos y bióticos originados a efecto del cambio climático en los andes del Perú. Entre los factores abióticos se encuentran la sequía, granizada, las heladas y nevadas; asimismo, existen genotipos de quinua que con el pasar de los años se han vuelto resistentes a los mencionados factores (MINAG, 2014).

Espinoza (2009), señala que el cultivo de la quinua en los andes son cada vez más frecuentes los problemas por efecto del cambio climático, por lo que la presente investigación pretende encontrar la selección de grano — dentro del germoplasma variedades— que este más adaptada a la región andina y no disminuya en su rendimiento ni en su calidad de grano, ambos influenciados por suelos erosionados y aguas contaminadas; de igual modo, se analizará cómo la rusticidad de este cultivo puede hacer frente a esta problemática.

Mujica (1997), menciona que la quinua es un pseudo cereal por su alto contenido de carbohidratos; asimismo, en proteína y grasa es superior al común denominador de los cereales. La quinua representa un cultivo importante para la sierra y la costa, sin embargo, es necesario desarrollar variedades que se adapten a una agricultura moderna, a fin de alcanzar su máximo rendimiento y potencial. Algunas de las características importantes

para el mejoramiento de este cultivo a futuro son la precocidad, adaptabilidad a ambientes nuevos, plasticidad genética y alto rendimiento. Otra de las propiedades de la quinua es el alto valor biológico nutricional, por contener un elevado porcentaje de proteínas en las variedades de color roja y negra, las mismas que están expresadas en un adecuado balance de aminoácidos esenciales.

Zapata (2010), dice que es evidente que el mundo entero se ha visto sorprendido por el comportamiento del clima en las últimas décadas. De allí que el tema del cambio climático se haya convertido en uno de gran relevancia en la actualidad. El sector agrícola de la región de los Andes Tropicales no estaría exento de los efectos del fenómeno climático y, es muy probable que la economía ligada del sector, se vea golpeada.

Benítez (2014), señala que el Perú fue el primer productor mundial de quinua en el 2014 al lograr 104 mil toneladas, superando a Bolivia..

Faostat (2011), sostiene que los principales productores de quinua son Bolivia, Perú y Ecuador, y que en la actualidad su cultivo se ha iniciado en Estados Unidos, Canadá, Europa, Asia y África, donde se han obtenido buenos rendimientos.

Espinoza (2009), sostiene que en el área andina, la investigación y el estudio del cultivo de la quinua se ha descuidado, siendo relegado por otros cultivos y que, a consecuencia de ello, son pocos los avances obtenidos en el aspecto agronómico, hecho que ha provocado que los rendimientos de granos sean inferiores. En síntesis, uno de los métodos de adaptación al cambio climático consistirá en determinar variedades que sean tolerantes a la sequía, helada y granizada de los andes. Así se elevarán los rendimientos de producción y productividad, generando alternativas de desarrollo a las necesidades alimentarias de la comunidad y favoreciendo el crecimiento económico de los pobladores de la provincia de Ocos, región de Áncash y la provincia de Angaraes, región Huancavelica, ciudades elegidas para el desarrollo del presente estudio.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 Situación Problemática

MINAG (2014), estima que para el año 2050 seremos 51 millones de peruanos y, para garantizar la seguridad alimentaria de la población se requerirá más del 70 % del volumen de los alimentos que hoy se consume. Por otro lado, la brecha existente entre el crecimiento poblacional y la producción de alimento no podrá cerrarse si se considera que muchos cultivos serán afectados por una mayor intensidad de los estreses de tipo abiótico y biótico generados por el cambio climático, que llegarán a reducir el rendimiento de los cultivos hasta un 59%.

El consumo de quinua a nivel nacional es de 10 kg per cápita por año, un problema álgido es que la desnutrición crónica infantil en la región sierra del Perú alcanza al 15% de la población a causa del bajo nivel de consumo de alimentos proteicos y energéticos.

Por esta situación, las variedades de quinua constituyen un elemento estratégico que contiene alto contenido de energía y una buena cantidad de proteína de alta calidad.

En Bolivia, país que se identifica con este grano andino por su origen, tradiciones y exportaciones, son los estratos bajos quienes consumen este grano. Las zonas que producen quinua para su comercialización presentan una clara tendencia de reducción del consumo debido a la priorización de las exportaciones y a la dificultad del proceso de beneficiado en el consumo familiar (Astudillo, 2007). A nivel nacional se ha mencionado que el consumo no supera los 5 kg/persona/año; pese a ser el nivel más alto de consumo per cápita a nivel mundial, estos niveles son considerados aun bajos tomando en cuenta la población del país y los niveles de consumo de otros alimentos.

MINAG (2014), sostiene que actualmente el cultivo de quinua está alcanzando relevancia en el mercado interno y externo por sus características nutricionales y terapéuticas; además, es un cultivo que se adapta en lugares donde otros cultivos no prosperarían. Existen

estrategias para aminorar o mitigar las consecuencias del cambio climático, y se espera conseguir mejores resultados en la zona andina. En el caso peruano, normalmente, en un programa de mejoramiento genético, la liberación de una variedad tiene un periodo de duración entre 10 a 15 años. Otra alternativa viable, es que se evalúe y seleccione, dentro del germoplasma existente genotipos superiores en rendimiento y calidad de grano. Por último, la tercera alternativa es innovar en los sistemas de producción de quinua modificando densidades, niveles de fertilización, mejores métodos de control de plagas y enfermedades.

Houghton (1992), indica que existe un fuerte consenso científico que el clima se verá alterado significativamente en el próximo siglo, como resultado de concentraciones de gases invernadero como dióxido de carbono atmosférico (CO_2), metano atmosférico (CH_4), óxido nitroso (N_2O) y clorofluorocarbono (CFC). Por efecto del cambio climático, el impacto ecológico puede ser drástico, con graves consecuencias en la agricultura andina, sobre todo en los cultivos andinos, donde el sistema climático está en un balance dinámico y como resultado de ese impacto el clima se ve alterado. El cambio climático es la mayor amenaza medioambiental a la que se enfrenta nuestro planeta; los científicos advierten que si la temperatura global supera los 2°C , las consecuencias serán catastróficas. El Perú está entre los países más vulnerables a los efectos del cambio climático por su ubicación en la región tropical y porque está expuesto a mayor radiación solar; la zona andina es la más vulnerable por su rápida variación altitudinal, de mayor gradiente térmico y de mayor exposición a los eventos climáticos extremos. Las incertidumbres sobre los reales efectos del cambio climático presentes y futuros son todavía muy altos, los indicadores del cambio climático se están observando en la reducción de los glaciares, las variaciones de las lluvias y las temperaturas del ambiente, que son cada vez más evidentes y son percibidos por la población, en especial en la zona altoandina.

Canahua (2013), indica que la Comisión Nacional del Cambio Climático del Perú (CNCCP) publicó en el 2001 un informe en el que advierte sobre

los posibles impactos futuros del cambio climático, asegurando que el mayor impacto será la elevación de un metro (1m) en el nivel del mar y que los cambios ecológicos pueden ser drásticos, con graves consecuencias para la agricultura como lluvias y sequías.

Sanabria (2012), señala que debido al cambio climático y los procesos de desertización que ocurren en todo el mundo, en un futuro probablemente la única manera de cultivar plantas sea en condiciones de déficit hídrico permanente. Desde esta perspectiva es necesario tener cultivos con mayor resistencia o tolerancia al déficit hídrico. Aunque la mayoría de las plantas que presentan ventaja frente al estrés hídrico no son de interés económico, es posible obtener plantas cultivables tolerantes, por transferencia genética. Muchos de los genes que se inducen por estrés caracterizados en los diferentes estudios citados y en otros, son especies potenciales para la producción de plantas cultivables tolerantes o resistentes al déficit hídrico.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1 Problema general

¿Qué variedad de quinua se adapta mejor al cambio climático en los Andes del Perú?

1.3.2 Problemas específicos

¿Qué componentes biométricos que se consideran en la planta de la quinua?

¿Cuáles son los componentes del rendimiento de producción de la quinua?

¿Qué características agronómicas se consideran en la planta de quinua?

¿Qué etapas fenológicas de la quinua son más susceptibles al cambio climático?

1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se justifica, porque contribuye en disminuir la afectación del rendimiento de producción y calidad de grano de quinua por las alteraciones producidas por el cambio climático.

1.4.1 Justificación Práctica: Identificar las variedades de quinua que tengan un alto rendimiento y calidad de grano, que a su vez no sean afectadas por el estrés abiótico y biótico propios de la región andina, donde los resultados de la investigación tendrán un fin práctico en la medida en que se solucionarán los problemas que actualmente tienen los agricultores, reemplazando las actuales variedades con otras de mayor rendimiento y de calidad de grano, que no son afectadas por variaciones del clima originadas por el cambio climático en los Andes del Perú.

1.4.2 Justificación Económica: La producción y la calidad de grano de quinua se incrementarán significativamente al utilizar variedades adaptadas a la región andina, lo cual permitirá elevar el rendimiento, evitando que se pierdan las cosechas y mejorando el bienestar económico de los productores, quienes se enfrentan a las inclemencias del clima y sus alteraciones producidas por el cambio climático.

1.4.3 Justificación Ambiental: Mediante la búsqueda de las variedades de mayor rendimiento y de mejor calidad de grano adaptadas a los estreses abióticos y bióticos en la zona andina, la quinua adquiere ventajas para el suelo, por ser poco extractor de nutrientes y un gran desarrollador de la parte aérea, lo que permitirá conservar la fertilidad del suelo, además no se aplicarán productos químicos y los fertilizantes serán de origen orgánico, lo cual evitará que ni el suelo ni el agua se contaminen con agroquímicos y/o fertilizantes.

1.4.4 Justificación Social: Permitirá al agricultor elevar el nivel de vida de él y su familia al obtener mayor rentabilidad económica, además el agricultor puede utilizar la quinua como alimento estratégico de elevado valor nutricional y terapéutico, obteniendo una buena salud para su familia, y con el tiempo podrá desterrar la desnutrición crónica que afecta ampliamente a esta región.

1.5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1 Objetivo General

Evaluar la adaptación al cambio climático del cultivo de quinua en los Andes del Perú.

1.5.2 Objetivos Específicos

1. Determinar los componentes biométricos del cultivo de quinua en estudio.
2. Determinar los componentes del rendimiento del cultivo de quinua en los Andes del Perú.
3. Identificar las características agronómicas que debe tener una variedad de quinua para disminuir los efectos del cambio climático.
4. Determinar las etapas fenológicas más susceptibles al cambio climático.

1.6 HIPÓTESIS Y VARIABLES

1.6.1 Hipótesis general

Hipótesis Nula (H_0)

Las variedades de quinua no presentan variaciones en el rendimiento y calidad de grano por el efecto del cambio climático.

Hipótesis Alternante (H_a)

Las variedades de quinua en estudio presentan variaciones en el rendimiento y calidad grano por el efecto del cambio climático.

1.6.2 Hipótesis específicos

Hipótesis Nula (H_0)

Los parámetros biométricos serán iguales en todas las variedades estudiadas.

Los componentes de rendimiento serán iguales en todas las variedades estudiadas

Los componentes de calidad de grano tendrán el mismo comportamiento en las variedades estudiadas.

Hipótesis Alternante (Ha)

Los parámetros biométricos no serán iguales entre las variedades de quinua.

Los componentes de rendimiento no serán iguales entre las variedades estudiadas

Los componentes de calidad de grano no serán iguales en las variedades estudiadas.

1.6.3 Identificación de Variables

Variable independiente:

- Cambio climático: Altitud msnm.
- Clima: Temperatura, Humedad relativa del suelo, precipitación.

Variable dependiente:

- Parámetros biométricos: Altura de planta, altura de panoja, número de ramas.
- Parámetros de rendimiento: Peso de seco de 1000 gr. de granos.
- Componentes de calidad: proteínas en quinua blanca y de color.

Variables intervinientes:

- Cambios climáticos (Temperatura, precipitación, humedad relativo del suelo).

1.6.4 Operacionalización de Variables

X: Variable Independiente: Cambio climático

Y: Variable Dependiente:

Y1: Rendimiento y componentes de rendimiento

Indicadores: Rendimiento por hectárea

Peso seco de panoja

Y2: calidad de grano y componente de calidad

Indicadores: Peso seco de 1000 granos

Peso fresco de 1000 granos

Y3: Características biométricas

Indicadores: Altura de planta, Altura de panoja

Y4: Características para medir el cambio climático son aquellas que tiene menor coeficiente de variación

Y5: Identificación de los estados fenológicos de la quinua.

CAPITULO 2

2.1 MARCO TEÓRICO

2.1.1 MARCO FILOSÓFICO

Rahmstorf (2006), indica que recientemente en un anuncio que hizo la *Royal Society de Gran Bretaña* de las épocas del holoceno y antropoceno. El holoceno duró unos 12,000 años y fue un periodo relativamente estable y templado en comparación a la época del hielo. Toda la civilización humana se ha desarrollado en la época del holoceno y en muchos sentidos, el propio holoceno no califica como un período climático de cambios abruptos sobre casi todos los seres vivos existentes en la tierra que evolucionaron en la era del Pleistoceno, durante los últimos 1,8 millones años. Los seres humanos se extendieron a lo largo del mundo a inicio del periodo del holoceno, en esta época también se desarrollaron las tecnologías humanas, la humanidad logró establecer viviendas permanentes en aldeas, ciudades rurales enteras y sofisticando civilizaciones, existiendo una diferenciación en la época del holoceno¹ y antropoceno². Entonces las preguntas que nos hacemos ¿cómo estos periodos climáticos han influenciado en la sociedad y sobre nuestro comportamiento reflejado en nuestra filosofía y viceversa.

Desde el año 1800, con el desarrollo de la tecnología industrial se cambió a un nuevo paradigma que transformó radicalmente el clima de manera que se diferenció con la época del Holoceno, coincidiendo con la invención de la ingeniería de vapor a finales del siglo XVIII, la época antropoceno y con las actividades humanas, que han incrementado el calentamiento de la tierra en 1.3°C por arriba de la época preindustrial. La evidencia ha mostrado que estamos liberando 1/3 del dióxido de carbono más a la atmosfera y actualmente se tiene como máximo llegar a un 2 % del CO₂ como máximo en la atmosfera.

¹ Holoceno : Escala temporal geológica que corresponde el final del episodio frío.

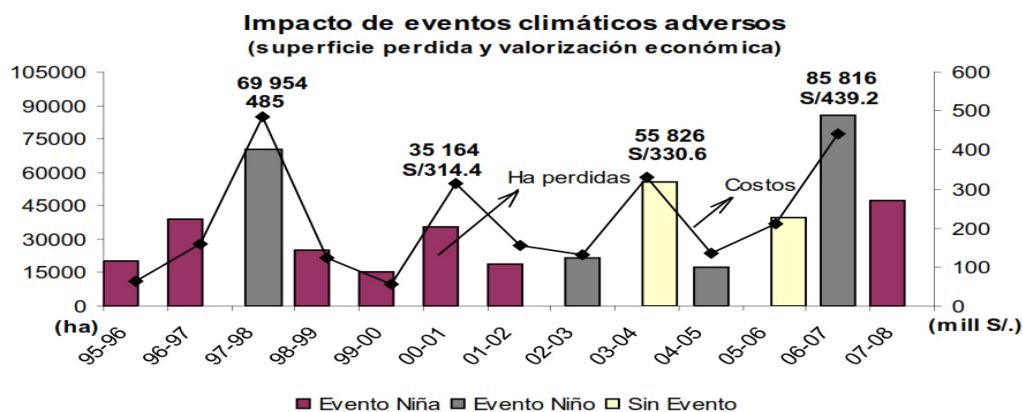
² Antropoceno : Se considera la influencia del comportamiento humano sobre la tierra geológica. Otros científicos término propuesto para sustituir al de Holoceno.

Rahmstorf (2006), manifiesta que el término antropoceno es una señal en la cual una especie ha tenido un gran impacto sobre la ecología del planeta, tanto así ha cambiado el clima por completo, donde las especies frecuentemente alteran su ecosistema natural en la lenta evolución simbiótica con las interrelaciones con otros aspectos de la ecología para producir un medio ambiente especializado, produciendo un nicho ecológico local tóxico y que las especies mueran en ese lugar, teniendo un impacto en el ecosistema que no es único sino que repercute en las demás especies de dicho ecosistema.

Según el Panel Intergubernamental del Cambio climático (IPCC, 2000) las observaciones obtenidas en todos los continentes y en la mayoría de los océanos evidencian que muchos sistemas naturales vinculados a la nieve, hielo y terrenos congelado están siendo afectados por el aumento de la temperatura. Esto sugiere que el actual calentamiento estaría afectando notablemente los sistemas climáticos y biológicos.

En general, el MINAG (2014), resalta que tenemos una gran vulnerabilidad ante climáticas; perdiendo más de 15 mil asociados. Se observa que cada dos años el sector enfrenta picos con superficies perdidas; con un costo promedio calculado en 390 millones de soles. Las mayores pérdidas; se observan en campañas afectadas por los eventos del niño durante los periodos 97-98 y 06-07; y en campañas 03-04 que fue afectada por sequía.

Figura 1. Impacto de eventos climáticos



Fuente: Ministerio de Agricultura

2.1.2 MARCO CONCEPTUAL

2.1.2.1 Cambio climático

National Geographic (2010), menciona que las causas de las recientes altas temperaturas récord y el aumento global de los desastres naturales, una posible causa del cambio climático inusual puede ser la actividad humana moderna.

Muchos factores naturales ayudan a explicar, en particular, la tendencia actual del calentamiento global, un ciclo climático natural que procede durante miles de años.

Sin embargo, la velocidad a la que se producen los cambios recientes es desconcertante, los científicos creen que la actividad humana podría ser una de las causas.

El principal origen del cambio climático es el proceso de industrialización iniciado hace siglo y medio, en particular, la combustión de cantidades cada vez mayores de petróleo, gasolina, carbón, la tala de bosques y algunos métodos de explotación agrícola.

▪ La glaciación y desglaciación

MINAG (2009), señala que la glaciación y desglaciación son procesos asimétricos: no sólo en las bandas latitudinales en los hemisferios norte y sur sino, en particular, en las bandas altitudinales; en ambos casos, están influenciados por los denominados factores modificadores del clima - vegetación en la costa oeste del Pacífico sur.

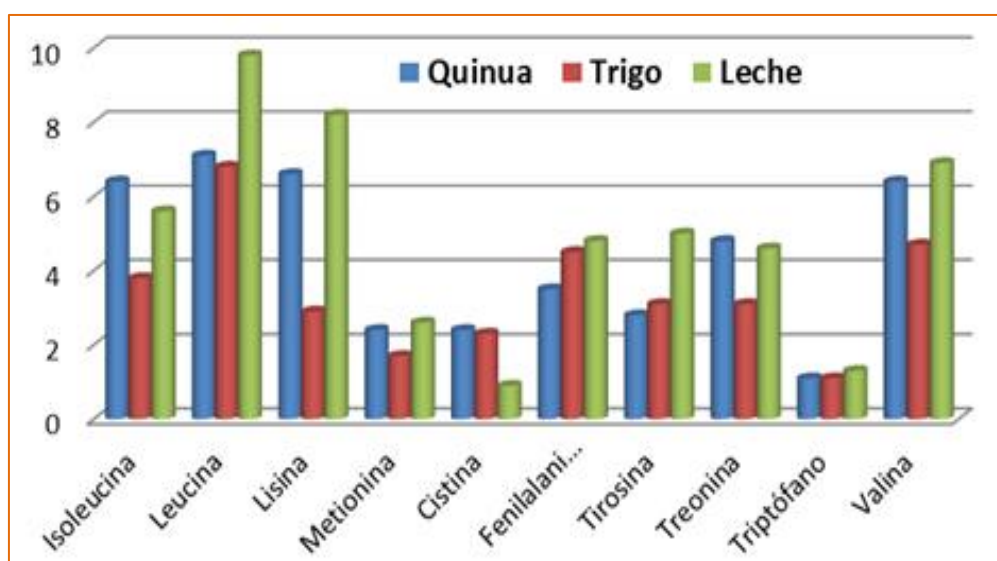
El clima es un conjunto de las condiciones meteorológicas que se experimentan en un determinado lugar donde varias décadas incluyen cambios diarios y estacionales, mientras que tiempo atmosférico, son las condiciones de corto plazo durante periodos que varían desde unas pocas horas hasta un par de semanas a una estación en particular.

2.1.2.2 Beneficios Nutricional de la quinua y aminoácidos

MINAGRI (2014), señala que la quinua (*Chenopodium quinoa* Wild) fue domesticada antes de los 5000 años AC., deducción basada en los hallazgos arqueológicos hechos en Ayacucho (Ciudad, Perú), la cual su cultivo se extendió a casi toda la región andina Perú, Bolivia, Colombia, Ecuador, Argentina y Chile; la palabra quinua es de origen quechua, era considerada en la época del apogeo incaico, un alimento sagrado que se denomina *grano de los incas*, siendo empleada además para usos medicinales. Según los historiadores, en las fiestas religiosas la quinua se ofrecía al dios inti (sol) en una fuente de oro para la siembra y posterior cosecha fuese productiva y cada año era el mismo Inca quien se encargaba de iniciar la siembra en una importante ceremonia por su cualidades nutricionales.

Además, se cree que hay indicios de que los conquistadores descubrieron el alto contenido nutritivo de la quinua y prohibieron su cultivo para debilitar la resistencia de los Incas; a raíz de la conquista española, se introdujo a América entre otros alimentos el trigo, la quinua fue desplazada hacia tierras más altas y disminuyendo su producción al igual que otros cultivos que tradicionalmente los nativos andinos producían y consumían.

Figura 2. Composición de Aminoácidos de la quinua, trigo y leche



Fuente: INIA. Lima (2013).

Cuadro 1.Composición química y valor nutricional de los cereales y granos andinos (g/100 g b.s)

Cultivo	Proteína	Carbohidratos	Fibra Cruda	Cenizas	Grasas
Trigo	10.5	78.6	2.5	1.8	2.6
Cebada	11.8	78.1	5.3	3.1	1.8
Avena	11.6	69.8	10.4	2.9	5.2
Centeno	13.4	80.1	2.6	2.1	1.8
Tricale	15.0	78.7	2.6	2.0	1.7
Arroz	9.1	71.2	10.2	7.2	2.2
Maíz	11.1	80.2	2.1	1.7	4.9
Sorgo	12.4	79.7	2.7	1.7	3.6
Quinua	14.4	72.6	4.0	2.9	6.0
Kaniwa	18.8	63.4	6.1	4.1	7.6
Kiwicha	14.5	71.5	5.0	2.6	6.4

Fuente: Kent (1983).

Según se aprecia en el Cuadro 1, la avena, arroz y cebada tiene el contenido de la fibra cruda 2 a 5 veces mayor que el trigo, centeno, sorgo, arroz.

Los granos andinos como quinua, kañiwa y kiwicha tienen un alto contenido de proteína en comparación con los cereales.

El Almidón es el carbohidrato más importante en todos los cereales.

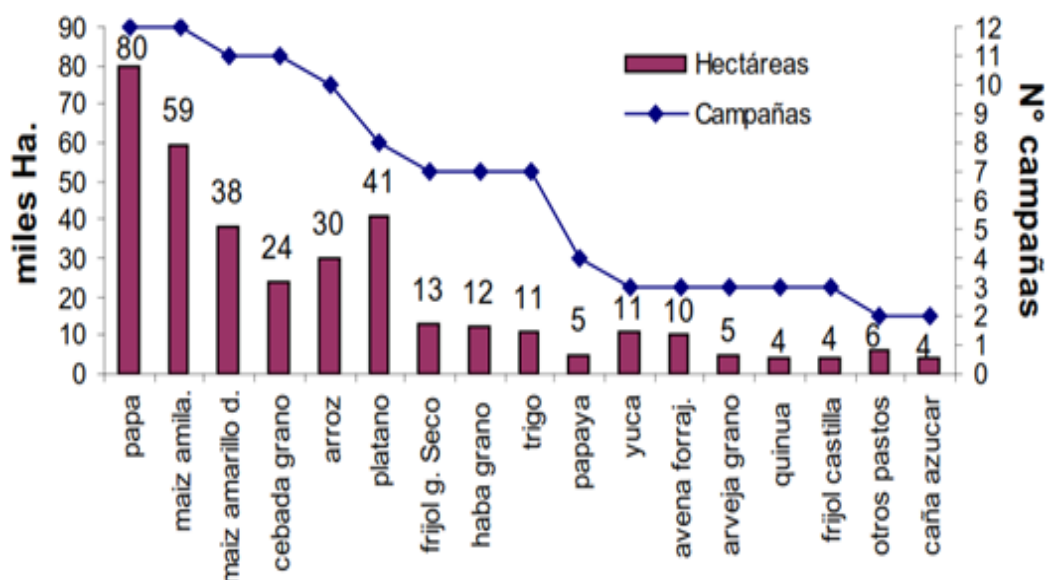
2.1.2.3 Factores desfavorables en el rendimiento de quinua

▪ Heladas y Granizadas

MINAG (2014), informa sobre la información proporcionada por la oficina de información y estadística de la dirección regional agraria de Puno, el 30% de los cultivos de quinua y el 25% en papa se encuentran afectados por las recientes heladas.

SENAMHI (2014), dijo que continuará el descenso de la temperatura durante horas de la noche y la madrugada en la sierra sur del país, durante este periodo predominará el cielo despejado, intensificándose las heladas meteorológicas, registrando hasta -8°C en localidades por encima de los 4,000 msnm.

Figura 3. Sensibilidad de cultivos ante la variabilidad climática
(Hectáreas perdidas y número de campaña agrícola con pérdidas)



Fuente: MINAG (2014).

MINAGRI (2014), dice que el crecimiento vegetativo y floración de cultivos es muy vulnerable a factores que podrían agudizarse ante un cambio climático como los rangos mínimos y máximos de temperatura, escasez o abundancia de agua en períodos de sequía o lluvias intensas, respectivamente; entre otros cultivos sensibles a las consecuencias de lluvias intensas (enfermedades, plagas, anegamiento) se encuentran el maíz y el algodón; teniendo este último también una muy alta probabilidad de sufrir estrés por calor junto a la maca. También son cultivos con un nivel alto de estrés por sequía el algodón, arroz, maíz, limón y el plátano.

Se sostiene que dentro de sus limitaciones, las tecnologías genéticas tradicionales y la ingeniería genética podrían contribuir a incrementar la tolerancia a cambios en la temperatura y humedad en las especies más cultivadas (CONAM, 1999).

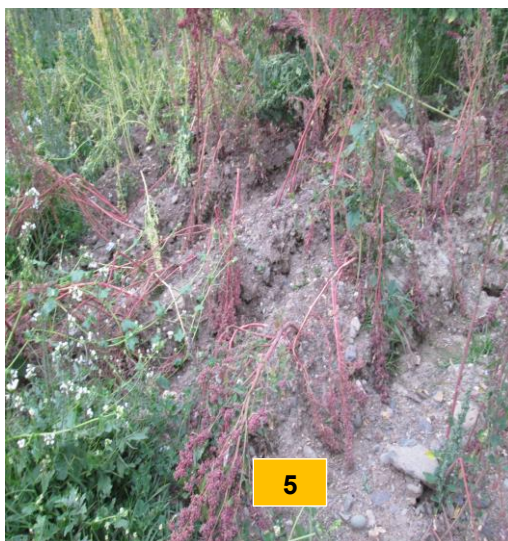
Figura 4. Daño ocasionado por granizada en Puno, Perú



Fuente: MINAG. San Román, Puno (2014).

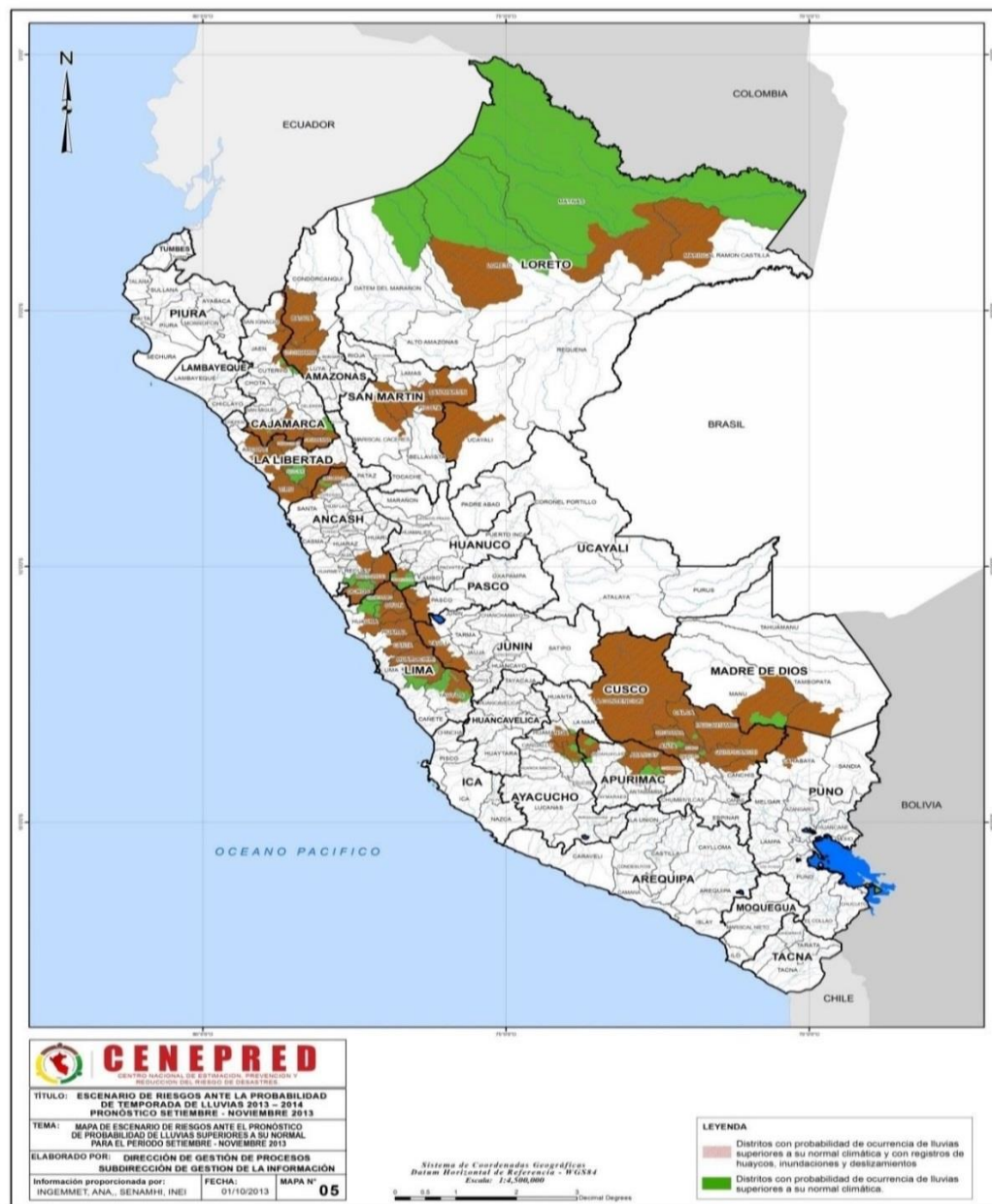
MINAGRI (2014), señala que la Agencia Agraria de la provincia de San Román, sobre el reporte oficial ante las inclemencias de la naturaleza se tiene una afectación de 8 al 10% en papa y un 45% en quinua lo que se habría concretizado de manera conjunta con los mismo productores, los alcaldes y gobernadores, quienes también colaboraron con la entrega de los abonos foliares para los afectados de los cultivos agrícolas.

Figuras 5 y 6. Daños ocasionados por viento en quinua roja en Angaraes, Huancavelica



Fuente: Edgar Espinoza (2014). Lugar. Angaraes, Huancavelica

Figura 7. Escenario de Riesgos ante temporadas de lluvias 2013 - 2014
(Pronóstico de setiembre a noviembre 2013)



Fuente: SENAMHI /ANA, 2014. Elaborado: CENEPRED

Este escenario nos indica los distritos con probabilidad de ocurrencia de lluvias superiores a su normal, así como sus niveles de susceptibilidad a movimientos en masa, que presentan registros de eventos como inundaciones, deslizamientos y huaycos (flujos de lodo); los que se muestran de color marrón en el Mapa.

Las zonas de color verde representan a los distritos con precipitaciones superiores a su normal pero sin ninguna ocurrencia de eventos.

2.2 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Canahua *et al.*, 1997, manifiestan que la quinua es una planta de la familia Quenopodiácea, con fases fenológicas bien marcadas y diferenciables, que permiten identificar los cambios que ocurren durante el desarrollo de la planta en las doce fases fenológicas.

MINAGRI (2014), indica que se debe aumentar el rendimiento del cultivo de quinua en los suelos de las comunidades ubicadas en los andes del Perú. Para tener una buena fertilidad debe hacerse rotación de cultivos, especialmente con leguminosas mejoradoras del suelo, las cuales deberán estar en función a la adaptación a cambios climáticos.

IICA (2005), menciona que la quinua es una planta que tiene sus cromosomas en el núcleo celular y son portadores de genes hereditarios de 36 cromosomas, repartidos en 4 genomas con el número básico de $X=9$ cromosomas, es decir, la quinua es un tetraploide, con $4X=36$ cromosomas; como tetraploide, es el resultado de un cruce de dos diferentes especies diploides (con $2n=18$), algunas especies de la quinua se comportan como un alotetraploide con $2n: 4X=36$ cromosomas.

2.2.1 Cultivo de quinua y su importancia

MINAGRI (2014), menciona que la Quinua es una planta autóctona de los Andes, su origen se remonta alrededor del Lago Titicaca, lo denominan como el grano de los Incas; fue cultivada desde la época prehispánica (hace 3000 a 5000 años) en los Andes y domesticada en Bolivia, Perú y Ecuador; a raíz de la conquista española, se introdujo en América -entre otros cultivos- el trigo, lo que motivó que la quinua sea desplazada hacia tierras más altas y disminuyó con ello su producción, al igual que otros cultivos que tradicionalmente habían venido manejando y consumiendo los nativos.

Además, existen indicios de que los conquistadores descubrieron el alto contenido nutritivo de la quinua y prohibieron su cultivo para

debilitar a la resistencia de los Incas. Casi había desaparecido su consumo en la ancestral dieta de la población campesina; posteriormente su cultivo fue artesanal en las zonas altas andinas hasta la década de los años 90, en que se produce una importante posibilidad de exportación a los mercados norteamericano y europeo (MINAGRI, 2014).

Mujica (1997), sostiene que la quinua fue cultivada en los andes bolivianos, peruanos, ecuatorianos y los del noroeste argentino desde hace unos 5000 años, igual que la papa, fue uno de los principales alimentos de los pueblos andinos preincaicos e incaicos, también, la quinua roja fue utilizada para usos cosméticos en la zona del altiplano peruano-boliviano. La quinua es una planta andina que cuenta con una alta distribución de diversidad de genotipos y de progenitores silvestres, sobre todo en los alrededores del Lago Titicaca de Perú y Bolivia. Se ha encontrado la mayor diversidad entre Potosí - Bolivia y Sicuani (Cusco) Perú; existen evidencias arqueológicas, lingüísticas, etnográficas e históricas sobre la quinua, evidencias claras de la distribución de los parientes silvestres, y citogenéticas, lo que demuestra que su domesticación tomó mucho tiempo hasta conseguir la planta domesticada y cultivada a partir de la silvestre, proceso que probablemente se inició como planta usada principalmente por sus hojas en la alimentación y luego por las semillas.

MINAGRI (2014), refiere que las especies y parientes silvestres de la quinua se utilizan localmente como jataco (verdura de hoja) en muchas comunidades del área andina, ecotipos que fueron adaptados a diferentes condiciones agroclimáticas, edáficas y culturales, haciendo que la planta presente una amplia adaptación desde el nivel del mar hasta los 4000 msnm y con usos diversos de acuerdo a las necesidades alimentarias de las diferentes comunidades étnicas, de las cuales la zona andina comprende uno de los ocho mayores centros de domesticación de plantas cultivadas

del mundo, dando origen a uno de los sistemas agrícolas más sostenibles y con mayor diversidad genética en el mundo.

Mujica (1997), menciona que la quinua es un alimento rico que posee los 10 aminoácidos esenciales para el humano, esto hace que la quinua sea un alimento completo y de fácil digestión; tradicionalmente los granos de quinua se tuestan y con ellos se produce harina, que son cocidos, añadidos a las sopas, usados como cereales, e inclusive se le fermenta para obtener chicha, bebida tradicional de los Andes. La harina de quinua es producida y comercializada en el Perú, Bolivia y Colombia (aunque en menor cantidad), sustituyendo muchas veces a la harina de trigo para panes, tortas y galletas, en la actualidad se está desarrollando su cultivo y consumo en el noroeste de Argentina y el norte de Chile. Uno de los platos típicos de la zona del Cusco es el pesqué o peské, que se prepara con leche, quinua, queso y se utiliza cada vez más para relleno de empanadas. Un problema para la masificación de la producción de quinua es que posee una toxina denominada saponina, que le otorga un sabor amargo, sin embargo, al enjuagar con abundante agua se puede rebajar dicha toxina. Bolivia y Perú tienen la mayor diversidad en variedades de quinua, siendo Bolivia el principal foco de diversidad, con más muestras de ecotipos.

MINAGRI (2014), indica que la quinua es un grano andino, cuya diversidad ha sido conservada por miles de años por las comunidades indígenas del Perú. Sus múltiples atributos como valor nutricional, tolerancia a factores abióticos y bióticos, y resistencia ante el cambio climático le confiere un rol esencial para la soberanía alimentaria de los países andinos.

Ellegren (2012), describe a la quinua como un cultivo estratégico para suplir las necesidades nutricionales de los países, sobre todo aquellos que sufren de inseguridad alimentaria o que enfrentan dificultades para producir sus propios alimentos; la quinua cuenta con los aminoácidos esenciales que el cuerpo necesita y también

contiene calcio, magnesio, hierro, cobre, zinc y omega 3; asimismo, algunas variedades poseen adaptación a diversos suelos y climas.

▪ **Taxonomía**

Basado en Mujica y Canahua (1996) se describe la siguiente clasificación taxonómica y la descripción morfológica de la planta *Chenopodium quinoa* Wiid. Este cultivo fue descrito por primera vez por el científico Alemán Luis Christian Willdenow.

Reino	: Vegetal
División	: Fanerógamas
Clase	: Dicotiledóneas
Sub-clase	: Angiospermales
Orden	: Centropesmales
Familia	: Chenopodiaceae
Género	: Chenopodium
Sección	: Chenopodia
Subsección	: Cellulata
Especie	: <i>Chenopodium quinoa</i> Willdenow
Nombres Comunes :	
Quechua	: Kiuna, kinuwa, parca
Aymara	: Jiura, supha, jopa, jupha, jauira
Español	: Quinoa, quinoa, kinoa, trigo inca
Inglés	: Quinoa, Sweet quinoa, Inca rice
Portugués	: Espinafre do Peru
Italiano	: Chinua.
India	: Vathua

▪ **Descripción morfológica**

Altura: Planta herbácea que puede alcanzar los 1.80 m de altura; su tallo posee hojas de diversas formas de color.

Semilla: Las semillas miden hasta 2.5 mm, de alto valor nutritivo.

Raíz: Es pivotante, vigorosa, de poca profundidad, ramificada, fibrosa, lo cual posiblemente le da resistencia a la sequía y estabilidad a la planta, se diferencia fácilmente la raíz principal de

las secundarias que son en gran número, la profundidad de la raíz guarda estrecha relación con la altura de la planta.

Hojas: Las hojas son piliformes, romboides; mientras que las superiores son lanceoladas.

Tallo: Su tallo es delgado, de forma tubular y puede tener o no ramas secundarias dependiendo de la variedad.

Flores: Son hermafroditas, en el glomérulo, son apicales y sobresalen a las pistiladas, en los trabajos de cruzamiento se ha observado una gran cantidad de aberraciones florales en quinua, como protoandría, pues se observan estambres secos cuando las flores están completamente abiertas y protoginia³, observando ramas estigmáticas extendidas sin apertura de las tecas de los estambres, flores ginomonoicos⁴ o autógoma (flores perfectas o hermafroditas), encontrando solo ramas estigmáticas en las partes inferiores de las flores, aunque es común observar flores en distintas fases de desarrollo en el mismo glomérulo: en formación, en antesis, maduras y secas.

Frutos: El fruto es un aquenio con una sola semilla.

Ecotipos de quinua: La planta posee una gran variabilidad y diversidad, su clasificación se ha hecho en base a ecotipos, se reconoce 5 categorías básicas:

1. Quinuas del Valle, que crecen en los Valles interandinos, entre 2.000 y 3.000 msnm. con periodos largos de crecimiento.
2. Quinuas Altiplánicas, que crecen en los alrededores del Lago Titicaca, resistentes a heladas.
3. Quinuas de Salares, nativas de los salares de Bolivia.
4. Quinua del Nivel del Mar, que crece en el sur de Chile.
5. Quinua sub tropical, que crece en los valles interandinos de Perú y Bolivia.

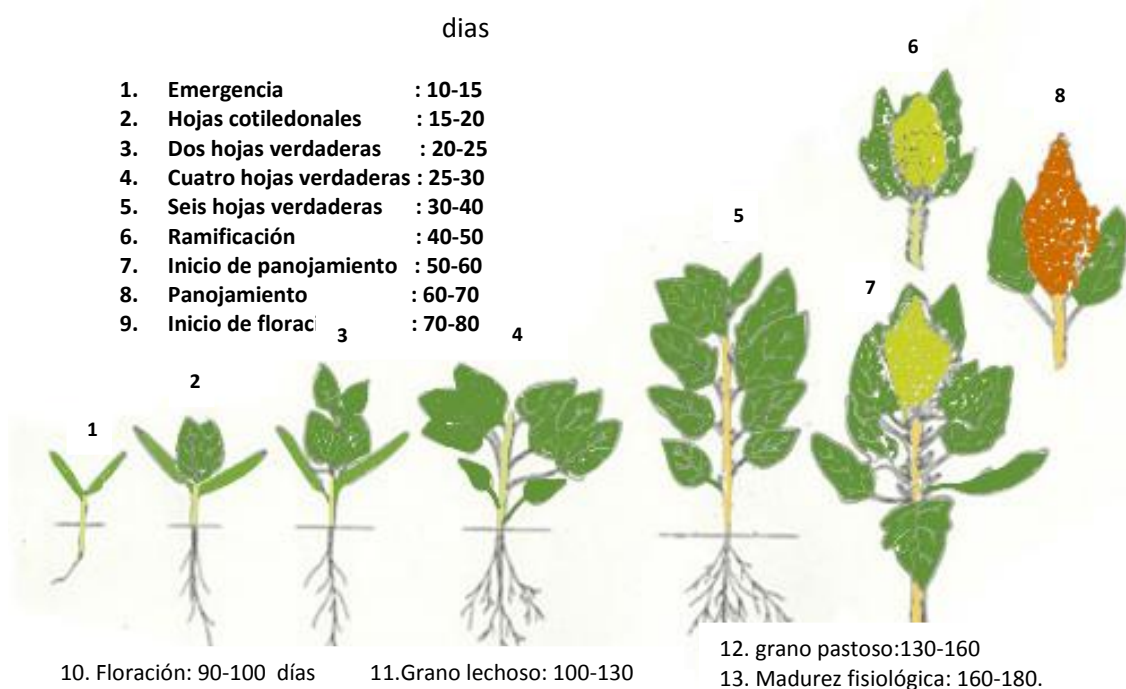
³ Protoginia: Estado de una flor cuyo pistilo madura antes que los estambres.

⁴ Flores Ginomónicos: Son encontrados solo ramas estigmáticas en las partes inferiores de las flores.

- **Fases de la fenología de la planta:** Son cambios externos visibles del proceso de desarrollo de la planta, que son el resultado de las condiciones ambientales, de tarea muy importante para agrónomos y agricultores, que servirá para efectuar futuras programaciones de las labores culturales, riegos, control de plagas y enfermedades, aporques, identificación de épocas críticas; así mismo le permite evaluar la marcha de la campaña agrícola de posibles rendimientos de sus cultivos, mediante pronósticos de cosecha, puesto que el estado del cultivo es el mejor indicador del rendimiento.

Basado en Mujica y Canahua (1989) se describen las siguientes fases fenológicas para *Chenopodium quinoa* Wiid.

Figura 8. Fases Fenológicas de la Quinua



Fuente: Mujica (1989) FAO. Compilado y color por Edgar A. Espinoza M.

- **Emergencia:** Es cuando la plántula sale del suelo y extiende las hojas cotiledonales, pudiendo observarse en el surco las plántulas en forma de hileras nítidas, esto ocurre de los 7 a 15 días de la siembra, siendo susceptibles al ataque de aves en sus inicios, pues como es dicotiledónea, salen las dos hojas cotiledonales protegidas por el episperma y pareciera mostrar la semilla encima del talluelo facilitando el consumo de las aves, por la succulencia de los cotiledones.

- **Dos hojas verdaderas:** Es cuando se observa las hojas cotiledonales, que tienen forma lanceolada, aparecen dos hojas verdaderas extendidas que ya poseen forma romboidal y se encuentra el siguiente par de hojas, ocurre de los 15 a 20 días después de la siembra y muestra un crecimiento rápido de las raíces; en esta fase se produce generalmente el ataque de insectos cortadores de plantas tiernas del *Copitarsia turbata*.
- **Cuatro hojas verdaderas:** Se observan dos pares de hojas verdaderas extendidas y aún están presentes las hojas cotiledonales de color verde, encontrándose en botón foliar las siguientes hojas del ápice en inicio de formación de botones en la axila del primer par de hojas; ocurre de los 25 a 30 días después de la siembra, en esta fase la plántula muestra buena resistencia al frío y sequía; sin embargo es muy susceptible al ataque de masticadores de hojas como *Epitrix subcrinita* y *Diabrotica de color*.
- **Seis hojas verdaderas:** En esta fase se observan tres pares de hojas verdaderas extendidas y las hojas cotiledonales se tornan de color amarillento.
Esta fase ocurre de los 35 a 40 días de la siembra, en la cual se nota claramente una protección del ápice vegetativo por las hojas más adultas, especialmente cuando la planta está sometida a bajas temperaturas y al anochecer, stress por déficit hídrico.
- **Ramificación:** Se observa ocho hojas verdaderas extendidas con presencia de hojas axilares hasta el tercer nudo, las hojas cotiledonales se caen, también se nota presencia de inflorescencia protegida por las hojas sin dejar al descubierto la panoja, ocurre de los 45 a 50 días de la siembra, en esta fase la parte más sensible a las bajas temperaturas y heladas no es el ápice sino por debajo de éste, y en caso de bajas temperaturas que afectan a las plantas, se produce el colgado del ápice, durante esta fase se efectúa el aporque y fertilización nitrogenada complementaria para las quinuas.

- **Inicio de panojamiento:** La inflorescencia se nota que va emergiendo del ápice de la planta, observando alrededor aglomeración de hojas pequeñas, las cuales van cubriendo a la panoja en sus tres cuartas partes; ello ocurre de los 55 a 60 días de la siembra, así mismo se puede apreciar amarillamiento del primer par de hojas verdaderas (hojas que ya no son fotosintéticamente activas) y se produce una fuerte elongación del tallo, así como engrosamiento. Se muestra en esta etapa ocurre el ataque de plaga del insecto *Eurissacca quinoa*, formando nidos, enrollando las hojas y haciendo minas en las hojas.
- **Panojamiento:** La inflorescencia sobresale con claridad por encima de las hojas, notándose los glomérulos que la conforman; asimismo, se puede observar en los glomérulos de la base los botones florales individualizados, que ocurre entre los 60 a 70 días después de la siembra, a partir de esta etapa hasta inicio de grano lechoso se puede consumir las inflorescencias en reemplazo de las hortalizas.
- **Inicio de floración:** Es cuando la flor hermafrodita apical se abre mostrando los estambres separados, ocurre entre 75 a 80 días de la siembra, en esta fase es bastante sensible a la sequía y heladas; se puede notar en los glomérulos las anteras protegidas por el perigonio de un color verde limón.

Floración o antesis: La floración es cuando el 50% de las flores de la inflorescencia se encuentran abiertas, lo que ocurre de los 90 a 100 días después de la siembra.

Esta fase es muy sensible a las heladas, pudiendo resistir hasta 2° C. debe observarse la floración a medio día, ya que en horas de la mañana y al atardecer se encuentran cerradas, así mismo la planta comienza a eliminar las hojas inferiores que son menos activas fotosintéticamente, se ha observado que en esta etapa cuando se presentan altas temperaturas que superan los 38°C. se produce aborto de las flores, sobre todo en invernaderos y zonas desérticas calurosas.

- **Grano lechoso:** Es cuando se encuentran en los glomérulos lechoso de la panoja, al ser presionados explotan y dejan salir un líquido lechoso, lo que ocurre de los 100 a 130 días de la siembra, en esta fase el déficit hídrico es sumamente perjudicial para el rendimiento, disminuyéndolo drásticamente.
- **Grano pastoso:** Es cuando los granos al ser presionados presentan una consistencia pastosa de color blanco, lo que ocurre de los 130 a 160 días de la siembra, en esta fase el ataque de la polilla del grano de la quinua *Eurysaca quinoa* conocido como k'cona k'cona o “pegador de hojas” causa daños considerables al cultivo, formando nidos y consumiendo el grano, destruyendo el grano de quinua.
- **Madurez fisiológica:** Es cuando el grano formado es presionado por las uñas, presenta resistencia a la penetración, ocurre de los 160 a 180 días después de la siembra según la variedad, el contenido de humedad del grano varía de 14 a 16%, el lapso comprendido de la floración a la madurez fisiológica viene a constituir el período de llenado del grano. En esta etapa ocurre un amarillamiento completo de la planta y una gran defoliación. En esta fase la presencia de lluvia es perjudicial porque hace perder la calidad y sabor del grano.

MINAGRI (2014), dice que el alcaloide que le da un sabor amargo se encuentra en la semilla y exclusivamente en el pericarpio, causa un sabor amargo, que demuestra cierta toxicidad y tiene que ser lavado antes del consumo del grano. Por otro lado se encontraron niveles de saponina en la quinua de 0 % a 4 %, como:

- Quinuas libres de saponina: variedades que tienen 0.00% de saponina.
- Quinuas dulces: variedades que tienen < 0.06 % de saponina.
- Quinuas amargas: variedades que tienen > 0.16 % de saponina.
- En diferentes evaluaciones de germoplasma se detectaron que el contenido de saponina es más alta en quinuas con granos de coloración crema en comparación con granos blanco opaco y con granos grandes en comparación con granos pequeños.

2.2.2 Radiación y fotoperiodo en el cultivo de quinua

MINAGRI (2014), señala que la radiación regula la distribución de los cultivos en el suelo influyendo en las posibilidades de desarrollo vegetativo. La quinua soporta radiaciones extremas de las zonas altas de los andes, sin embargo, estas altas radiaciones permiten compensar las horas de calor necesarias para cumplir con su período vegetativo -productivo. También menciona que la quinua es una planta de días cortos y que en diversos ensayos se encontró que era necesario un período de 15 días cortos para inducir la antesis. La quinua requiere dos períodos de días cortos, uno para la formación de las flores y otro para la maduración de los frutos a latitud sur a 15°, alrededor del cual se tiene las zonas de mayor producción de quinua, el promedio de horas de luz diaria es de 12.

2.2.3 La potencialidad de la quinua

En lo económico:

El aumento de la productividad, la mejora de la calidad física y la presentación del grano en sus diversas formas, ha generado para las familias campesinas una oportunidad para incrementar sus ingresos económicos.

En lo cultural:

En la cultura andina, el cultivo de quinua está relacionado a los aspectos religiosos, danza, canto y costumbres del poblador rural, en todo el proceso productivo.

En lo tecnológico:

Permite realizar innovaciones tecnológicas en los aspectos de producción, transformación, agroindustria; diseño de máquinas biológicas en los aspectos de germinación, vigor, desarrollo y deterioro de semillas.

2.2.4 Altitud para el cultivo de quinua

MINAGRI (2014), señala que la quinua prospera bien en zonas cuya altitud se encuentra entre los 2000 a 3500 msnm., sin embargo, se estima que la altitud ideal para su cultivo está entre los 2200 a 3500 msnm.; las quinuas sembradas al nivel del mar disminuyen su período vegetativo en parangón con las sembradas en zona andina, observándose que el mayor potencial productivo se obtiene al nivel del mar habiendo obtenido hasta 6,000 Kg/ha, con riego tecnificado localizado y buen manejo en la fertilización de NPK.

2.2.5 Variedades de quinua en el Perú

Según Mujica y Canahua (1997) describen las siguientes variedades de quinua de mayor rendimiento de producción:

- **Quinua Amarilla de Maranganí:**

Originaria de Maranganí, Cusco, seleccionada en Andenes (INIA) y Kayra (CICA-UNSAC).

Planta erecta poco ramificada, de altura de planta de 170 cm. con abundante follaje, de tallo grueso, planta de color verde oscuro característico. En la madurez la planta es completamente anaranjada, tiene un periodo vegetativo tardío de 160-180 días, panoja glomerulada, grano grande de color anaranjado (2.5 mm), con alto contenido de saponina, resistente al mildiu (*Peronospora farinosa*) y de alto potencial de rendimiento que supera los 5,000 kg/ha, susceptible al ataque de k'cona k'cona y a las heladas.

- **Quinua Illpa-INIA:**

Variedad obtenida en 1997, de la cruce de Sajama x Blanca de July y por selección masal y panoja surco de la generación F8.

De hábito de crecimiento erecto, planta de color verde oscuro, con altura de planta de 1.30 m., panoja grande glomerulada, con un período vegetativo de 150 días (precoz), de tamaño de grano

grande, de color blanco, libre de saponina (dulce), rendimiento promedio de 3,500 kg/ha, tolerante al mildiu y a las heladas.

▪ **Quinua Kcancolla:**

Seleccionada a partir del ecotipo local de la zona de Cabanillas, Puno.

Planta de tamaño mediano alcanzando 80 cm de altura, de ciclo vegetativo tardío entre 160 a 180 día, grano blanco, tamaño mediano, con alto contenido de saponina, panoja generalmente amarantiforme, resistente al frío, granizo y al mildiu, rendimiento promedio de 2500 kg/ha, tiene segregación a otros colores, muy difundida en el altiplano peruano.

Se usa para sopas y elaboración de kispño (panecillo).

▪ **Quinua Quillahuamán-INIA:**

Originaria del valle del Vilcanota-Cusco, seleccionada, desarrollada y evaluada por INIA-CUSCO, a partir de la Amarilla de Maranganí de grano blanco.

Planta erecta sin ramificación, de altura de 1.60 m., panoja semi laxa⁵ amarantiforme, que le confiere cierta resistencia al ataque de Q'hona, q'hona⁶. Tiene un período vegetativo entre 150 a 160 días, tamaño de grano mediano, color blanco, bajo contenido de saponina, resistente al vuelco, de amplia adaptación que va desde nivel del mar hasta los 3400 msnm.

Con alto potencial de rendimiento de 3500 kg/ha, resistente al mildiu y ataque de k'cona k'cona.

⁵ Panoja semi Laxa : Que está flojo o que no tiene la tensión adecuada.

⁶ Q'hona, q'hona : *Eurisaca quinoa*.

▪ **Quinua Blanca de Juli:**

Originaria de Juli, Puno, selección efectuada a partir del ecotipo local.

Planta semi-tardía entre 160 a 180 días de periodo vegetativo, de tamaño mediano de 1.50 m. de altura, panoja intermedia, a la madurez la panoja adquiere un color muy claro blanquecino, de ahí su nombre, grano bien blanco, pequeño, semi-dulce. Con rendimiento que supera los 2500 kg/ha, relativamente resistente al frío, susceptible al mildiu y al granizo, excesivamente susceptible al exceso de agua. Se utiliza generalmente para la elaboración de harina.

▪ **Quinua Cheweca:**

Originaria de Orurillo - Puno,

Planta de color púrpura verduzca, semi tardía, con período vegetativo entre 160 a 180 días, altura de planta de 1.50 m, de panoja laxa, grano pequeño, de color blanco, dulce, resistente al frío, muy resistente al exceso de humedad en el suelo, con sistema radicular muy ramificado y profundo, susceptible al ataque de *Ascochyta*, deja caer sus hojas inferiores con mucha facilidad. El rendimiento es hasta 2500 kg/ha, los granos son usados para sopas y mazamoras.

▪ **Quinua Witulla:**

Selección efectuada a partir de ecotipo⁷ local, procedente de las zonas altas de llave, Puno.

Cultivo de zonas frías y altas, planta pequeña de 1.20 m de altura, con una amplia variación de tonos, de panoja mediana amarantiforme, glomerulada e intermedia, de color rosado, de período vegetativo tardío entre 160 a 180 días, grano mediano de color rojo a morado, con alto contenido de saponina, rendimiento de 1800 kg/ha, resistente al frío, sequía, salinidad, suelos pobres, al ataque de k'cona-k'cona (*Eurysacca quinoa* Pavof) y al mildiu, en casos de adversidades abióticas inmediatamente deja caer sus hojas inferiores con facilidad, raíz muy ramificada, presenta movimientos nictinásticos⁸ muy pronunciados sobre todo como defensa a la sequía y frío.

⁷ Ecotipo: Es una subpoblación genética que está restringida a una zona.

⁸ Nictinásticos: Las hoja de las plantas se arrepollan al atardecer.

Tapia y Fries (2007), menciona que las técnicas de hibridación han sido empleadas con respuesta, a la amplia variabilidad que muestra la quinua.

Los ecotipos de la zona de los Salares del sur de Bolivia presentan la mejor adaptación a bajas precipitaciones, suelos salinos y son los siguientes (Cuadro 2).

Cuadro 2. Características de las variedades de quinua del Altiplano

VARIETADES	COLOR DE GRANO	FORMA	TAMAÑO (mm)
Sajama	Blanco	Cónica	2.0 - 2.5
Real	Blanco	Cónica	2.2 - 2.8
Kcancolla	Blanco	Cónica	1.2 - 1.9
Blanca de July	Blanco	Cónica	1.2 - 1.6
Koitu	Marrón ceniciento	Esferoidal	1.8 - 2.0
Misa Jupa	Blanco rojo	Cónica	1.4 - 1.8
Amarilla Marangani	Amarillo anaranjado	Cónica	2.0 - 2.8
Tunkahuan	Blanco	Redondo aplanado	1.7 - 2.1
Ingapirca	Blanco opaco	Esférico	1.7 - 1.9
Imbaya	Blanco opaco	Esférico	1.8 - 2.0
Cochasqui	Blanco opaco	Esférico	1.8 - 1.9
Witulla	Morado	Lenticular	1.7 - 1.9
Negra de Oruro	Negro	Redonda	2.1 - 2.8
Katamari	Plomo	Esferoidal	1.8 - 2.0
Roja Coparaque	Púrpura	Cónica	1.9 - 2.1
Toledo	Blanco	Cónica	2.2 - 2.8
Pandela	Blanco	Cónica	2.2 - 1.8
Chullpi	Cristalino	Esférica aplanado	1.2 - 1.8
Blanca de Junín	Blanco	Esférica aplanado	1.2 - 2.5

Fuente: Mujica (1996).FAO

Cuadro 3. Variedades de quinua que destacan en Sudamérica

Perú	Bolivia	Otros Ecuador, Colom. , Chle, Arg)
Kancolla (Cabanillas,Puno,Perú)	Sajama Patacamaya,Bolivia)	Imbaya, Tunkahuan , Chaucha (Cayambe, Cotopaxi) (Ecuador)
Blanca de Juli (Lago Titicaca, Perú)	Quinoa Real (Cabolqui,Llica, Bolivia)	Nariño, dulce de Quitopampa (Nariño, Colombia)
Pasankalla, Cheweca (Puno, Perú)	Kaslala (Bolivia)	Faro, Catentoa (Concepción, Chile)
Blanca de Chuquito (Perú)	Toledo,Huaranga (Iri,Bolivia)	Lito, Regalona (Temuco, Chile)
Chullpi (Perú)	Kuli negra (Bolivia)	
Witulla (Perú)	Wila Coimini (Bolivia)	Blanca de Jujuy
Amarilla Maranganí (Perú)	Kata-mari (Bolivia)	(Argentina)

Fuente: MINAG (2014).

Cuadro 4. Variedades de quinua del Altiplano del Perú

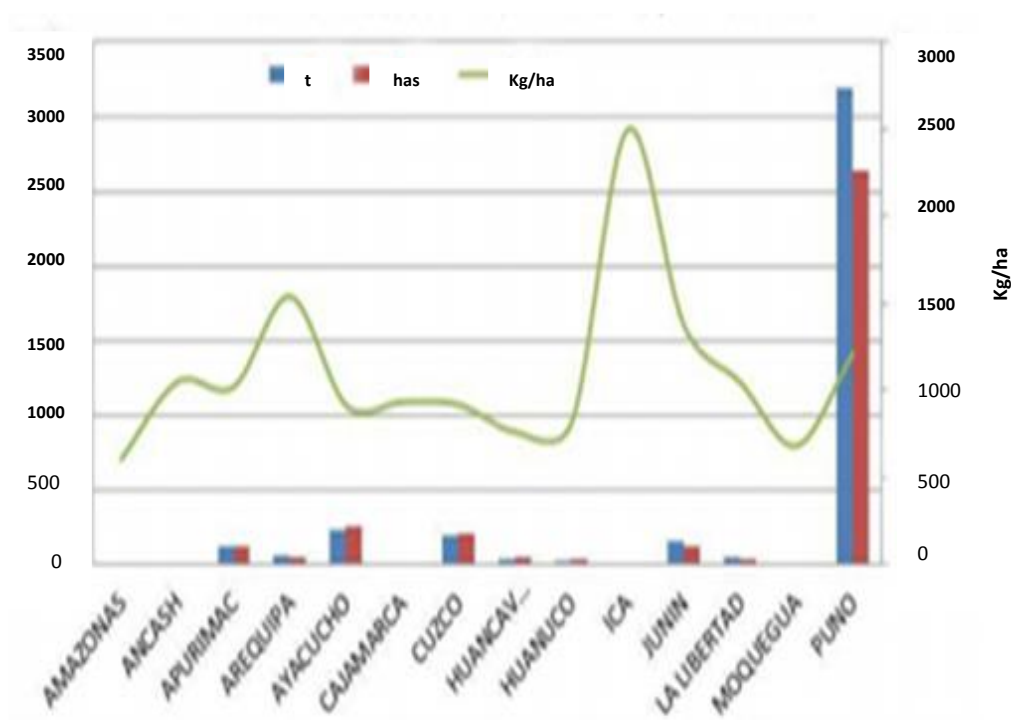
Variedades	Tipo	Color (grano)	Sabor
Chupaca	Cruce (Real x Sajama)	Blanco	Semidulce
Sajama	Cruce(Dulce x Antiplano)	Blanco	Dulce
Amaraniforme	Altiplano	Blanco	Amargo
Kamiri	Altiplano (Real x Sajama)		Semidulce
Samaranti	Altiplano	Amarillo-crema	Amargo
Sayaña	Salar	Rosado	Amargo
Pasankalla	Salar	Rosa claro	Amargo

Fuente: Tapia (2007).

2.2.6 Zonas de producción de quinua en el Perú

MINAGRI (2014), informa que en el Perú, el principal productor de quinua es el departamento de Puno, con aproximadamente el 82% de la siembra, le siguen en orden de importancia: Ayacucho, Cusco, Junín, Apurímac, y otros.

Figura 9. Estadística de producción Nacional de Quinua al 2010



Fuente: MINAGRI (2014).

▪ Superficie de cultivo de quinua en el Perú

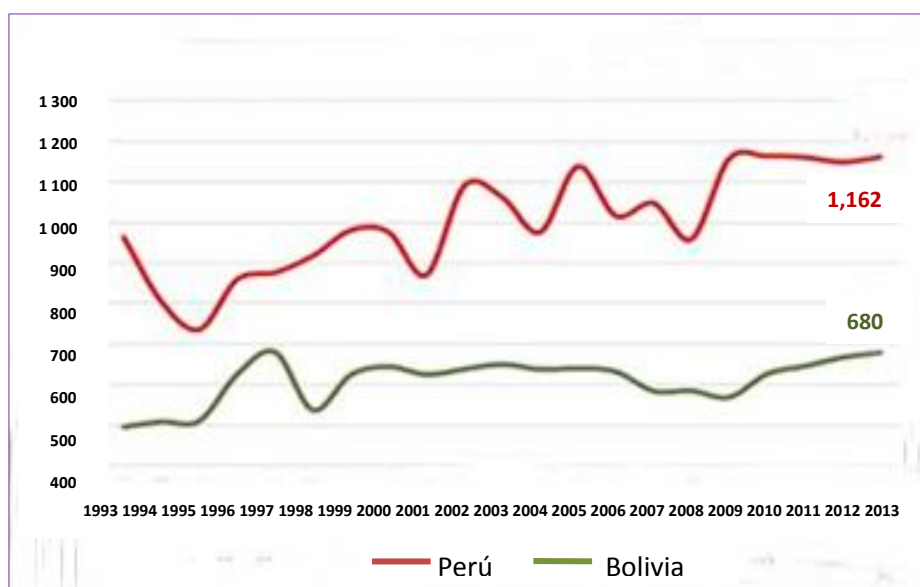
El Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) confirmó que el Perú es en la actualidad el principal productor y exportador mundial de quinua, de acuerdo a información proveniente de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y las principales agencias independientes de información comercial. También confirmó que el Perú en los últimos años ha experimentado un crecimiento exponencial de la producción y exportación de quinua, superando a cualquier otro país. La quinua en el Perú cuenta con ventajas comparativas que otros países no poseen, por ejemplo, se cultiva y cosecha en la costa, a nivel del mar, lo que amplía la frontera agrícola para este cultivo ancestral.

Cuadro 5. Producción de quinua (miles de toneladas)

	AÑOS								
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
PERÚ	32.6	30.4	31.8	29.9	39.4	41.1	41.2	44.2	52.1
BOLIVIA	25.2	26.9	26.6	27.2	34.2	36.7	40.9	44.8	50.5
OTROS	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.9	0.8	0.8	0.5
MUNDIAL	58.4	58.0	59.1	57.8	74.4	78.7	82.9	90.8	103.4
% PERÚ/MUNDO	55.8%	52.5%	53.8%	51.7%	53.0%	52.2%	49.7%	48.7%	50.4%

Fuente: FAO. <http://gestion.pe/economia/minagri-perus-internacionales>

Figura 10. Rendimiento comparado de la Quinua (kg/ha), Perú y Bolivia



Fuente: FAO. <http://gestion.pe/economia/minagri-perus-internacionales>

Por otro lado, el Perú cuenta tratados de Libre Comercio (TLC) en vigencia con los principales mercados de destino de la quinua (Estados Unidos, Unión Europea, China, Corea del Sur, Japón, entre otros) y posee menores costos logísticos para acceder a las rutas del comercio internacional.

Cuadro 6. Series Históricas del Total Nacional de Quinua en el Perú

AÑOS	Producción (Tm) Total Nacional	Superficies cosechada (Ha)	Rdto. (kg/Há) (T.Nac)	Precio en chacra (S/.kg)
2013	52,130	44,8	1,16	6
2012	44,213	38,4	1,14	3
2011	41,182	35,4	1,16	3
2010	41,079	35,3	1,16	3
2009	39,397	34,0	1,15	3
2008	29,867	31,1	958	1
2007	31,824	30,3	1,04	1

Fuente: MINAGRI (2014).

Cuadro 7. Producción de la quinua la Región de Huancavelica

PROVINCIA	Cosechas (Has)	Producción (Tm)	Rdto. (Kg/Ha)	Precio Chacra (S/.kg)
Huancavelica	157	114	729	2.53
Acobamba	72	51	706	2.29
Angaraes	43	46	1,077	2.80
Churcampá	7	4	660	2.44
Castrovirreyna	0	0	0	0
Huaytará	10	6	600	1.66
Tayacaja	105	73	692	2.61
TOTAL	394	294	744	2.54

Fuente: MINAG (2014).

Figuras 11 y 12. Variedad de grano blanco y variedad de grano de color



QUINUA SALCEDO INIA



QUINUA PASANKALLA (INIA 415)

Fuente: Edgar Espinoza M. 2014 (Ocos, Ancash).

2.2.7 DEMANDA DE LA QUINUA PERUANA

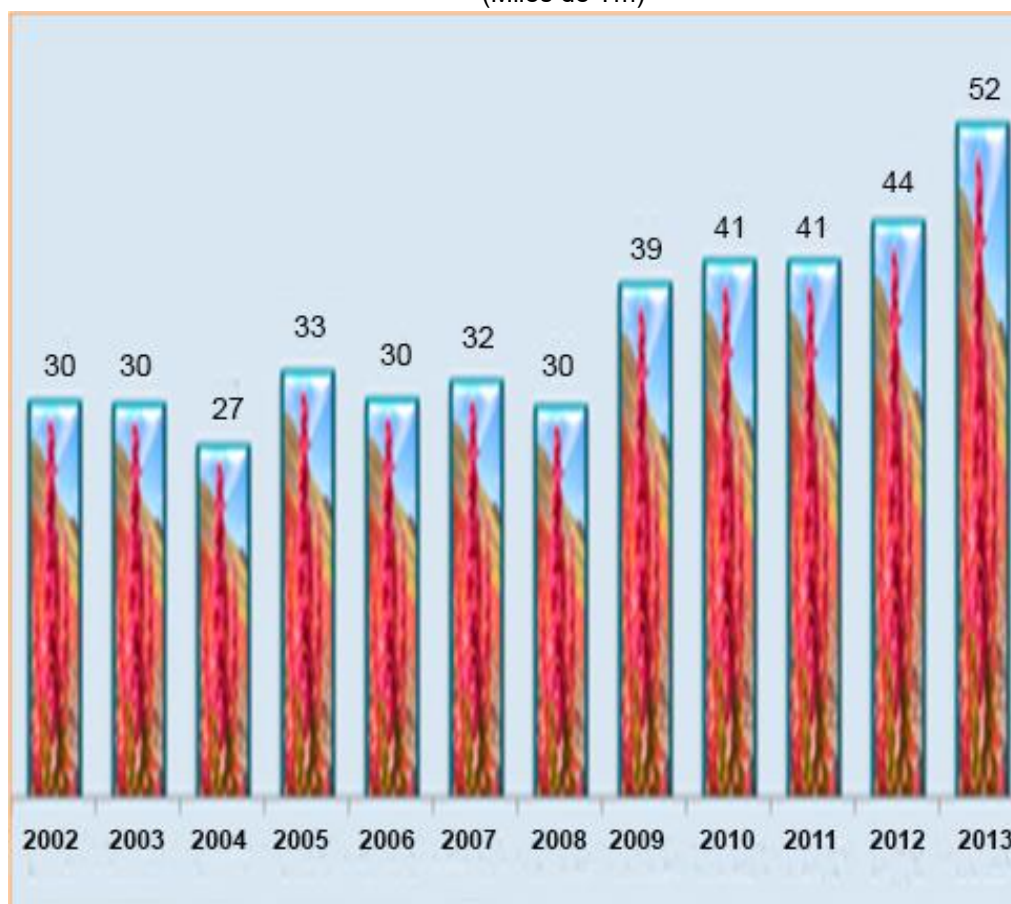
A. Demanda Nacional

▪ Principales mercados de Lima Metropolitana

El comercio mayorista de granos andinos productos alimenticios agrícolas para abastecer el área de Lima Metropolitana, Caqueta y el Callao se realiza por diferentes canales urbanos de distribución.

Desde el 2009, la producción de quinua mostró cambios al subir por encima de las 38 mil toneladas y en el 2013 alcanzó las 52 mil toneladas, siendo el nivel máximo de producción de quinua respecto a los últimos años se observan.

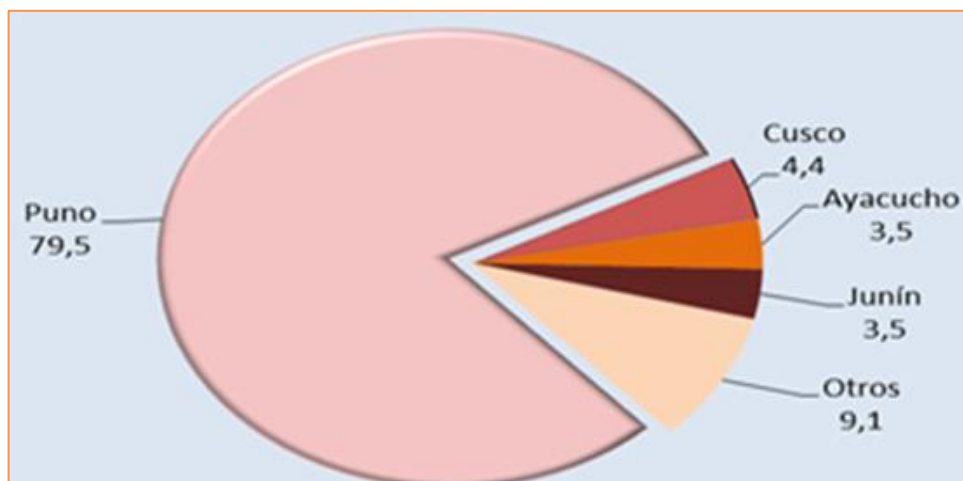
Figura 13. Producción de Quinua: 2002 – 2013
(Miles de Tm)



Fuente: MINAG (2014).

Puno, es el principal departamento productor de quinua, y se concentra el 79,5% de la producción de quinua a nivel nacional, seguido de Cusco, Junín y Ayacucho según la figura 13.

Figura 14. Producción de quinua por departamento: 2011
(Estructura porcentual)



Fuente: MINAG (2014).

EL Instituto Nacional de Estadística (INEI), informa que el año 2013 el volumen exportado de quinua llegó a 18,3 mil toneladas, cifra superior en 71,0% respecto al año 2012.

En el periodo 2002 - 2013, la cantidad exportada tuvo un crecimiento promedio anual de 47,8%, al pasar de 250 toneladas en el 2002 a 18 mil 341 toneladas en el 2013.

Figura 15. Exportación de Quinua: 2002- 2013 (Tm).

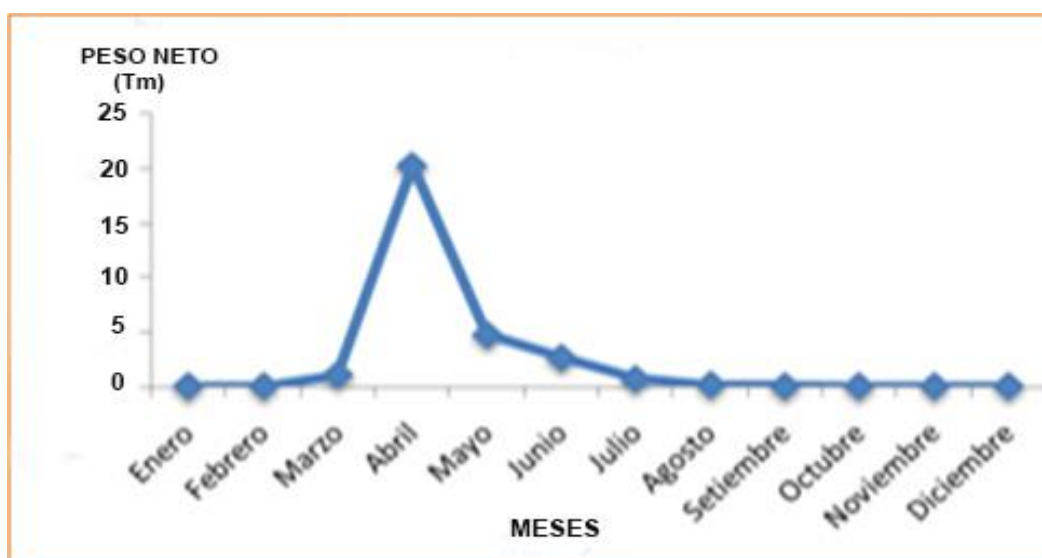


Fuente: MINAGRI (2014)

La estacionalidad de la producción de quinua empieza en la mayoría de las zonas productoras, llegando a ofertar la gran parte de la producción hasta meses después de la cosecha, y otra parte es almacenada, para la venta en los siguientes meses y para los gastos de la siguiente campaña, por lo que la oferta es casi permanente durante todo el año.

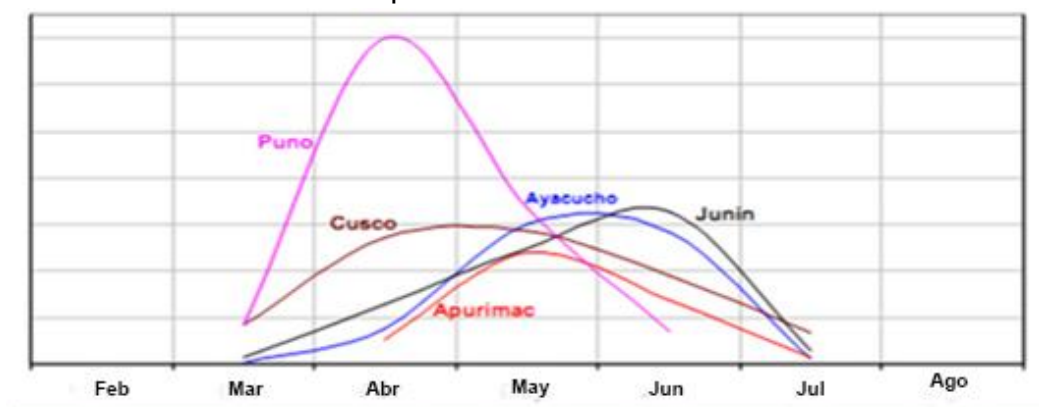
En el figura 16, se muestra la estacionalidad de la cosecha de la quinua según departamentos en el Perú, observándose que los departamentos que tienen quinua en más meses en el año son: Cusco, Junín, Ayacucho.

Figura 16. Estacionalidad de Cosecha de Quinua Peruana (Tm).2008



Fuente: MINAGRI (2014).

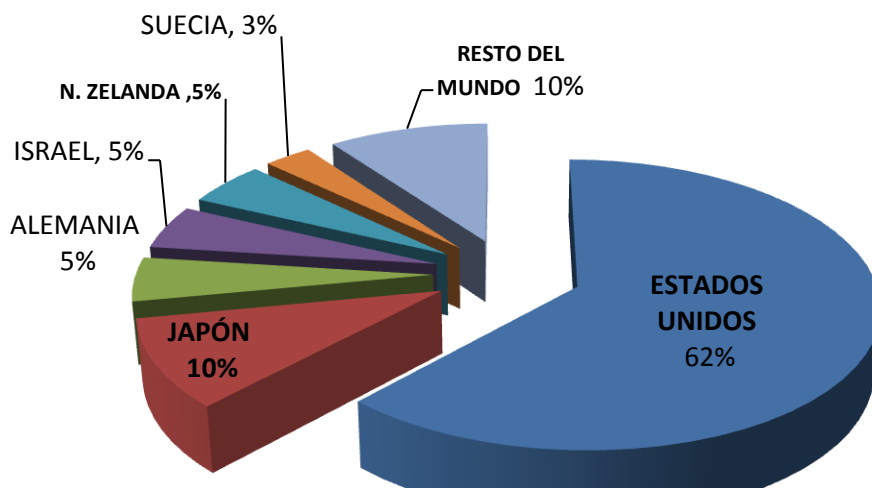
Figura 17. Estacionalidad de la Cosecha de quinua, según Departamento en el Perú



Fuente: MINAG. Elaboración: Solid Perú.

B. Demanda Internacional

Figura 18. Exportación de Quinua y Derivados, según principales Países



Fuente: Sunat. Aduanet (2008). Elaboración: Propia

En la figura 18, se observa una comparación de los principales países exportadores de quinua, al país que más se exportó quinua es a Estados Unidos que representa el 62% del total exportado, seguido de Japón que representa el 10%, Alemania, Israel y Nueva Zelanda que representa 5% cada uno, Suecia el 3% y el resto del mundo con 10%.

2.3 BASES TEÓRICAS

2.3.1 Importancia Nutricional y Calidad de la quinua

MINAGRI (2014), sostuvo la importancia de la quinua radica en el contenido de aminoácidos que conforman la proteína (Lisina y Metionina), no siendo excepcionalmente alta en proteínas en la quinua blanca, aunque supera en este nutriente a otros cereales.

Las leguminosas presentan mayor contenido de proteínas, pero de baja calidad; siendo la quinua un grano de alto valor biológico rico en Fósforo y Calcio, donde los valores nutricionales del grano de quinua, están en función a la variedad donde su grano de quinua en el pericarpio contiene un glucósido de sabor amargo llamado saponina de 0.015% en variedades dulces, y 0.178% en variedades amargas. La quinua contiene vitaminas del complejo B: Tiamina (B1), Riboflavina (B2), Niacina (B3) y Ácido fólico (B9), del complejo A (carotenos) y del complejo C (Ácido ascórbico), se detallan en el cuadro 9, que la quinua es muy rico en Betacaroteno⁹ (530 µg/100 g) y de igual manera en Riboflavina (0.2-0.3 mg/100g) y Ácido fólico¹⁰ (78.1 µg/100 g). La Leucina, es uno de los aminoácidos básicos de la quinua.

Cuadro 8. Contenido de Vitaminas en Quinua y otros cereales
(mg/100 g)

Vitaminas	Quinua	Trigo	Arroz
Vitamina C (Ascórbico)	16.4	0.0	3.4 -7.2
Tiamina (B1)	0.2 - 0.4	0.5	0.2
Riboflavina (B2)	0.2 - 0.3	0.2	0.1
Niacina(B3)	0.5 - 0.7	5.5	1.9
Ácido Fólico* (B9)	78.1	78.0	20.0
Caroteno*	530	64.0	0.0

Fuente: Ahamed et al., (1998)

(*) Expresado en µg/100 g.

⁹ Betacaroteno:(β-caroteno). Es un gran antioxidante que se convierte en vitamina A.

¹⁰ Ácido Fólico: (Vitamina B9). Eficaz para formar glóbulos rojos y crear ADN para el crecimiento celular.

Cuadro 9. Valores nutricionales en 100 gr. de granos de quinua

Fuentes Nutricionales	Porcentaje (%)
Humedad	10.2 a 12.0 %
Proteínas	5.1 a 6.4 %
Carbohidrato	59.7 a 67.6 %
Grasas	3.3 a 3.4 %
Cenizas	5.1 a 6.4 %
Fibra	3.1 a 4.1 %
Arginina	7.4 %
Isoleucina	6.4%
Lisina	6.6%
Fenilalanina	3.5%
Metionina	2.4%
Tirosina	2.8%
Trionina	4.8%
Valina	4.0%

Fuente: MINAG (2014).

Cuadro 10. Contenido de ácidos grasos de la quinua (bg/100 g de grasa)

Ácidos Grasos	Quinua de Junín (@) (*)	Quinua sin lavar (* *)
Mirístico C14:0	0	0.1
Palmítico C16:0	152	7.7
Estearico C18:0	31.3	0.6
Araquídico C20:0	0	0.4
Palmitoleico C16:0	0	0.2
Oleico C18:0	46	24.8
Linoleico C18:2	7.4	52.3
Linolénico C18:3	0	3.9

Fuente: @ Herrera, N y A, Fachingh (1989); (*) 6.2g de grasa (**) Ruales, J. y B. Nair (1992).
<http://www.condesan.org/publicacion>

En el Cuadro 10, se muestra el contenido de ácidos grasos de la quinua, observándose que es uno de los pocos granos andinos que contiene los principales ácidos grasos esenciales Linoleico (Omega 3) y Linolénico (Omega 6), que son indispensables para el desarrollo cerebral humano.

2.3.2 Características de sequías y déficit hídrico

2.3.2.1 Sequía

Sánchez y Aguirreola (1993), citado por Ramos (2000), indica que existen 04 tipos sequías:

1. Sequía permanente: Se caracteriza por los climas más secos, con escasa vegetación existente, está adaptada a la aridez de la zona y no es posible una agricultura de altos rendimientos.

2. Sequía estacional: Se presenta en aquellos climas que tienen estaciones anuales lluviosas y secas.

Es estas condiciones, conviene ajustar la siembra de manera que los cultivos se desarrollen durante la estación lluviosa.

3. Sequía impredecible: Se refiere a un fallo anormal en la precipitación; que se presenta en cualquier lugar de climas húmedos y sub-húmedos.

4. Sequía no aparente: Se presenta por temperaturas altas, vientos fuertes o ambas cosas, se inducen tasas elevadas de evaporación y transpiración. Incluso las lluvias frecuentes no suministran agua suficiente como para restablecer la cantidad de pérdida.

2.3.2.2 Déficit hídrico

García (1999), manifestó sobre el comportamiento hídrico de dos variedades de quinua frente a la sequía, confirmando que el potencial hídrico foliar de equilibrio medio antes de la salida del sol, en el cultivo de quinua se relaciona con la cantidad de agua existente en el suelo, debido a que las plantas aun no son afectados por la radiación.

Ramos (2000), indica que muchos investigadores coinciden en señalar que los efectos de la sequía se ven reflejados en el rendimiento del cultivo, por lo cual esta variable es muy importante para cuantificar los daños ocasionados por la sequía.

Jacobsen (2003), indica que en quinua las fases fenológicas más susceptibles a la sequía, para el rendimiento de grano son, *la fase vegetativa, antesis y llenado de grano.*

Gonzales (1999), citado por Ramos (2000), distinguen dos tipos de estrés: originados por factores abióticos o ambientales y bióticos. Pero tal vez la más importante es la sequía.

2.3.3 Cambio Climático y respuestas del Cultivo

Están parcialmente gobernadas por las variaciones de las temperaturas en el cultivo específico (Hatfield, 2011).

Lobell (2011), expresa que existe un consenso general que se ha observado en diferentes cultivos anuales, que un incremento en la temperatura podría acelerar en el desarrollo de los cultivos ocasionando plantas pequeñas. Puesto que indica que la cosecha (rendimiento de grano/biomasa total) es relativamente constante dentro de una especie determinada, lo que podría concluir en una disminución en el rendimiento del grano.

Según Hatfield (2011), el incremento de las temperaturas del aire a lo largo de los años resaltantes del siglo XX ha mostrado que el rendimiento de los granos podrá continuar disminuyendo en los principales cultivos debido a un estrés de la temperatura sobre los principales cultivos de granos.

Más allá de un cierto punto, las temperaturas del aire afectan adversamente el crecimiento de la planta, la polinización y los procesos reproductivos, afirman Klein (2007) y Sackel (2011).

En modelos de simulación muestran que un continuo incremento de la temperatura podría conducir a una disminución en los rendimientos entre 2.5% a 10% en numerosas especies cultivadas en los inicios del siglo XX, mientras que las temperaturas máximas afectan las condiciones locales, especialmente el contenido de agua del suelo y la pérdida de calor de evaporación y evaporación del suelo (Alfaro, 2006).

Hatfield (2011), afirma que en áreas donde cambió el clima se espera que se incremente la precipitación o donde el riego es predominante, grandes incrementos de las temperaturas máximas son menos

probables. Las temperaturas mínimas afectan la tasa de la respiración nocturna y puede reducir la acumulación de la biomasa y el rendimiento del cultivo.

Uno de los estadios fenológicos más susceptibles es el estadio de polinización. En el maíz (*zea mays* L), la viabilidad del polen disminuye con la exposición de las temperaturas arriba de 35°C., afirman Herrero (1980) y Dupvis (1990).

Existe una interacción de temperaturas y déficit de presión de vapor durante la duración de la viabilidad del polen, debido a que la viabilidad del polen está en función el contenido de humedad del polen, el cual es fuertemente dependiente del déficit de presión de vapor, dice Fonseca (2005).

Jones (1984), afirma que la temperatura de 35° C comparados con 30° C durante la fase de duración del endospermo reduce la tasa de crecimiento de la mazorca y el tamaño de mazorca final aun cuando las plantas retornaron a la temperatura de 30° C.

Otras evaluaciones de las temperaturas sobre el rendimiento de los cultivos que han producido resultados variables (Lobell *et al*; 2011) mostraron que los rendimientos disminuyen entre 3.8 % - 5% y Schlenker y Roberts (2004) usando métodos estadísticos determinaron estimaciones de la declinación de los rendimientos de los cultivos de trigo, maíz, cebada y estos varían entre 36% y 40% bajo un escenario de emisiones de CO₂ y la declinación de los rendimientos de estos cultivos fueron entre 63% - 70% bajo escenario de dichas emisiones. Una limitación de su método fue la falta de la incorporación de los efectos de la elevación CO₂ atmosférico, rendimiento de cultivo o uso de manejo estratégico adaptativa (por ejemplo fertilizantes, rotaciones, labranza y riego).

Ghosh (2000) y Tesfaendrias (2010), dicen que en cultivos anuales en los que se ha incrementado la temperatura, es el principal factor ambiental que afecta la producción con estrés específicos; tal como periodos de días cálidos, aumento total de la estación climática, temperaturas diurnas máximas y mínimas, teniendo mayor efecto del momento del estrés relacionados con los estados de desarrollo.

Sato (2006), sostiene que existen incidencias en las que las pérdidas de los rendimientos varían entre cultivos y entre variedades dentro de los cultivos. En tomates bajo estrés por calor reduce la producción de polen viable, mientras que las hojas permanecen activas y el polen no viable no poliniza las flores, ocasionando una caída de frutos.

Hatfield (2011), informa que las evoluciones del impacto del cambio de la temperatura se ha concentrado en el efecto de los cambios de la temperatura del aire sobre los cultivos, sin embargo, los cambios en la temperatura mínima del aire pueden ser de mayor importancia en el crecimiento y fisiología¹¹ del cultivo.

Sato (2006) y Tesfaendrias (2010), señalan cuando las plantas están sujetas a un estrés moderado (de 1 a 4° C) arriba de la temperatura óptima para el incremento (existe una reducción del rendimiento moderadamente. En estas plantas hubo un incremento a la sensibilidad al estrés del calor de 7 a 15° C antes de la antesis¹², coincidiendo con el desarrollo del polen. Plantas sujetas a un estrés de calor más intensos (generalmente mayor que 4° C sobre el óptimo) frecuentemente resultan en una severa pérdida del rendimiento hasta la completa pérdida del producto comerciable.

¹¹ Fisiología: Estudio del funcionamiento de los órganos y tejidos vegetales.

¹² Antesis: (Llamado floración). Es el periodo de florecencia o floración de la planta con flores.

2.3.4 Cambio Climático y respuestas en el agua de las plantas

Intergovernmental Panel Climate Change - IPCC (2007), manifiesta que la disponibilidad del agua en las plantas cumple las funciones fisiológicas críticas que están asociados entre patrones de precipitación de las plantas y la capacidad de almacenamiento del agua del suelo que está gobernado por las respuestas potenciales del cambio climático.

Mientras que los cambios de precipitación y la cantidad de precipitación son las principales características del cambio climático, en la infiltración, almacenamiento y liberación del agua hacia las plantas que generalmente los inundados.

IPCC (2007), dice respecto del cambio general que confronta la agricultura es como incrementa el uso eficiente del agua (UEA) en los sistemas de producción con finalidad de producir más por unidad de agua transformada. El UEA nos proporciona una forma para evaluar como el cambio climático podría impactar en la producción agrícola.

Existen dos niveles que se puede examinar el UEA, a nivel de copa y a nivel de hoja que nos proporciona diferentes significados dentro de la asociación entre respuesta de la planta y ambiente.

Existen varios métodos que pueden ser usados para evaluar el UEA, la importancia de estos métodos es que son capaces de entender las relaciones entre la productividad, el uso del agua y como estas pueden ser afectadas por el cambio climático, según Intergovernmental Panel Climate Change (2007).

FAO (2001), manifiesta que los desafíos que presenta el cambio climático, también existen oportunidades para intensificar los sistemas de producción y mejorar las cosechas. Es decir, si bien en algunos lugares los cultivos pierden aptitud climática, existen otros brindan posibilidades de migración.

2.3.5 Cambio climático y calidades de los granos

Luo (2010), manifiesta que existe una asociación entre un ambiente enriquecido con CO₂ y una reducción de nitrógeno (N₂) disponible por las plantas puesto que un incremento en el crecimiento de la planta demanda mayores cantidades de nitrógeno.

Morgan (2002), indica que hubo relaciones cíclicas de la materia orgánica en el suelo, captación del CO₂ por la planta y una estimulación del crecimiento de la planta por el incremento de CO₂, conduciendo a una disminución de la captación del nitrógeno y una disminución potencial del contenido de nitrógeno por la planta.

Kimball (2001), dice en el cultivo de trigo existe una interacción entre el nivel del nitrógeno de las plantas y la calidad del grano, mostrando que el nivel bajo de nitrógeno por la planta redujo la calidad del grano ocasionada por la alta concentración.

Manders (2010), menciona sobre el CO₂ y manejo del nitrógeno en trigo y cebada un incremento en CO₂ a 550 μmol , $\text{CO}_2\mu\text{mol}^{-1}$ con dos niveles (adecuado y la mitad del nivel recomendado) afectando la proteína cruda, almidón, beta amilasa y endurecimiento de la espiga. El incremento de las concentraciones de CO₂ redujo la proteína cruda en 4-13% en trigo y 11 – 13% en cebada pero incrementa el contenido de almidón en 4% cuando se aplicó la mitad del nivel de nitrógeno recomendado. La conclusión de este estudio fue la calidad nutricional y de procesamiento de la harina podría disminuir cuando el cereal es cultivado en un ambiente con altas concentraciones de CO₂ y bajos niveles de fertilización de nitrógeno.

Los registros observacionales y las proyecciones climáticas aportan abundante evidencia de que los recursos de agua dulce son vulnerables y podrían recibir un fuerte impacto del cambio climático, que tendría todo tipo de consecuencias en las sociedades humanas y en los ecosistemas (Bates et al., 2008).

2.3.6 Cambio Climático y el impacto en la agricultura

Wild (1992), manifiesta que el desarrollo de las plantas está directamente influido por las diferencias climáticas en las distintas zonas geográficas del mundo, su desarrollo en un lugar determinado varía de un año a otro como respuesta a la diferencias en el clima local. El cambio climático produce fenómenos climáticos extremos que genera cambios en la temperatura, en la precipitación durante el crecimiento de los cultivos la temperatura y la humedad del suelo desempeñan un papel determinante, la temperatura afecta muchos aspectos de crecimiento en el desarrollo de los sistemas radicales, la velocidad a la que absorben agua y nutrientes, el desarrollo y expansión de las hojas, la floración y el rendimiento.

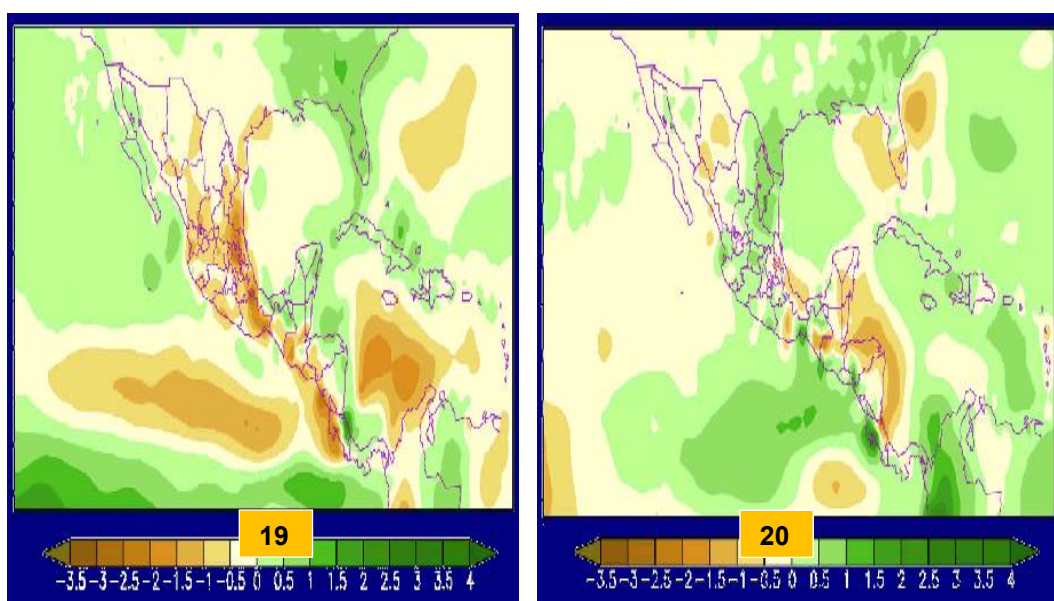
Adams y Reailly (1999), señalan que los aumentos en la temperatura pueden tener efectos positivos y negativos sobre el rendimiento de los cultivos, la diferencia depende de la ubicación y magnitud de dichos cambios. Por ejemplo, algunos cultivos pueden resultar beneficiados al existir menores heladas, sin embargo, las altas temperaturas facilitan la existencia de insectos y enfermedades en las plantas, agravando el riesgo de la pérdida de los cultivos. Los cambios en la precipitación dañan directamente la humedad del suelo y, por lo tanto, la producción de alimentos. El cambio climático tiene efectos directos sobre la producción agrícola y pecuaria, como los incrementos en la temperatura, que se relacionan directamente con la mortandad de los animales, efectos indirectos, con la disponibilidad de alimentos y el alza en los precios de los granos generados por sequía.

Altieri y Nicholls (2009), confirman que las condiciones de los agricultores lo hacen muy vulnerables a los impactos del cambio climático. Para estos agricultores, aun los mínimos cambios en el clima pueden tener un impacto desastroso en sus vidas y medio de sustento. En diversas áreas del mundo, los campesinos han desarrollado sistemas agrícolas adaptados a las condiciones locales que les

permiten una producción continua para subsistir, con variabilidades climáticas no predecible. Los autores señalan siguientes estrategias de adaptación: Uso de variedades adaptadas localmente, mostrando adaptaciones más apropiadas al clima y resistencia incrementada al calor y sequía.

- Manejo adecuado del agua para evitar las inundaciones, la erosión y lixiviación de nutrientes cuando la precipitación pluvial aumenta.
- Prevención de plagas, enfermedades y malezas mediante prácticas de manejo, uso de variedades resistente a plagas y enfermedades.
- Incremento del contenido de materia orgánica de los suelos mediante la aplicación de abonos verdes, cultivos de cobertura con miras a una mayor capacidad de retención de humedad de suelo.
- Usos de indicadores naturales de flora y fauna para pronóstico del clima a fin de reducir riesgos en la producción de cosecha de los cultivos.

Figuras 19 y 20. Variabilidad climática y su relación con el Cambio Climático. El Perú muestra una gran vulnerabilidad ante variaciones climáticas drásticas, siendo evidencia de ello las pérdidas económicas que implicaron fenómenos como el Niño y la Niña.



El Fenómeno el Niño ha resultado en severas sequías.

La Niña implica lluvias por encima del promedio

Fuente: Dirección Superior y Extensión Agropecuaria. Altieri y Nicholls (2009).

CAPITULO 3

3.1 METODOLOGÍA

Es un procedimiento que utiliza el método científico en una investigación.

3.1.1 Conducción de la investigación

3.1.1.1 Fase del Laboratorio

Se realizó de la siguiente manera:

1. Selección de la semilla sana de cada variedad de quinua
2. Identificación y preparación de cada sobre de semilla de acuerdo al diseño estadístico de los tratamientos.
3. Desinfección de las semillas, con Homai WP (a 2gr/kilo semilla), para evitar las enfermedades radiculares que se presentan en los primeros estadios de la planta de quinua.

3.1.1.2 Fase de campo

Identificado el campo en la Provincia de Ocros (Ancash) y Provincia de Angaraes (Huancavelica), se procedió de la siguiente manera:

1. Preparación del terreno y marcado

- La aradura, se realizó en seco utilizando el arado de disco, la que permitió eliminar las malezas de la campaña anterior.
- El gradeo, se realizó con la finalidad de eliminar la presencia de terrones.
- El surcado, se realizó de acuerdo a la distancia del experimento.
- El trazo del área experimental, se realizó con el empleo de una wincha, estacas y cal, se procedió a la demarcación de los bloques para instalación del experimento.

2. Siembra

La siembra fue en la localidad de Ocros (terreno “Molle”), se realizó el 15 de Setiembre del 2011 y se hizo a mano a hilera simple, desahije dejando 3 plantas, a una distancia de 20cm/ golpe y 25 cm/golpe y a 3 cm. de profundidad.

Para evitar confusiones, los sobres conteniendo las semillas estaban numeradas y marcadas con claves.

3. Riegos

Se realizó en forma tradicional de acuerdo a las necesidades del cultivo y según las necesidades climatológicas de la época, llegándose a realizar 6 riegos.

Riego	:	10 de Setiembre	-	enseño para siembra
1er. Riego	:	20 de Setiembre	-	ligero
2do. Riego	:	04 de Octubre	-	mediano
3er. Riego	:	10 de Octubre	-	mediano
4to. Riego	:	25 de Octubre	-	mediano
5to. Riego	:	15 de Noviembre	-	ligero
6to. Riego	:	05 de Diciembre	-	ligero.

4. Deshierbos

El control de malezas fue manualmente utilizándose lampa durante toda la fase de cultivo, no usándose herbicidas, llegando a realizar 3 deshierbos:

1er. Deshierbo	:	05	-	Octubre
2do. Deshierbo	:	25	-	Octubre
3er. Deshierbo	:	05	-	Diciembre.

5. Fertilización

Se fertilizó con Urea, Superfosfato triple de Calcio y Cloruro de Potasio, respectivamente con la fórmula: $140\text{N}-90\text{P}_{205}-70\text{K}_{20}/\text{Ha}/$ Campaña.

La Urea: $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, como fuente de Nitrógeno, Ley: con 46% de N.

El Fósforo: $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ Superfosfato triple de Calcio fuente de Fósforo, Ley: con 45% de P_2O_5

El Potasio: KCl , Cloruro de Potasio, Ley: con 60% de K_2O .

Para la aplicación de la mezcla de fertilizantes previamente se pasó por surcos luego se distribuyó uniforme al fondo del surco para su tapado inmediato con lampa completando posteriormente con la operación del cambio de surco.

6. Control fitosanitario

Plagas: Se realizó de acuerdo a la presencia de plagas; para el control de la mosca minador (*Liriomyza huidrobrensis*) se aplicó Abamectina a 0.25°/00, llegando a realizar dos aplicaciones la 1ra.en la floración y la última en el llenado de granos de quinua.

Enfermedades: Presencia de Mildiu (*Pernospora effusa*).

7. Cosecha y trilla

La cosecha del experimento se realizó a los 100 a 150 días de la siembra de acuerdo a la maduración del cultivo dependiendo de la variedad, donde se observó precoz en la variedad Pasankalla y Negra Collana. La cosecha se realizó en forma manual y en horas de la mañana para evitar la dehiscencia de los granos.

Esta operación se realizó con 10 plantas en competencia escogidas al azar dentro de la parcela para luego ser puestas en costales marcados con sus respectivas claves.

Luego se trasportó para su trilla correspondiente mediante el golpe de garrote (paleo) y aprovechando el viento se procedió a eliminar las materias extrañas para obtener un grano limpio, seguidamente se colocaron en bolsas de papel previamente marcadas, para evitar equivocaciones al momento de realizar las posteriores evaluaciones.

Figuras 21, 22, 23 y 24. Variedades de Quinua Roja y Quinua Negra



Panojas de Quinua Roja



- Panojas de quinua Negra Collana



Variedad Pasankalla (Quinua Roja)
Fuente: Edgar Espinoza M. Ocros, Ancash.



Variedad Negra Collana (Quinua Negra)

3.1.2 Se consideraron los Factores de estudio:

Cuadro 11. Densidad, Categoría, Número de plantas y espaciamiento (D_1 y D_2)

DENSIDAD	CATEGORIA	NÚMERO DE PLANTAS (Ha)	ESPACIAMIENTO ENTRE PLANTA
D_1	Medio	200,000 (25cm x 80cm)	25cm
D_2	Alto	250,000 (20cm x 80cm)	20cm

3.1.3 Se realizó la selección de muestra:

Cuadro 12. Aleatorización de las 5 variedades de quinua
Aleatorización: Densidad 1 y Densidad 2 (Ancash)



Leyenda:

- T1. Pasankallla [INIA 415] : Región Puno
- T2. Salcedo INIA : Región Puno
- T3. Negra Collana [INIA 420] : Región Puno
- T4. Blanca Junín : Región de Junín
- T5. Nativa San Juan (t) : Región Huancavelica.

3.1.4 El tamaño de muestra en el campo experimental:

Cuadro 13. Característica del campo experimental de la Región de Ancash (Densidad 1 y Densidad 2)

Del Campo Experimental	Exp.Nº.1 (D ₁) 200,000 (pl/ha)	Exp.Nº.2 (D ₂) 250,000 (pl/ha)
A. Campo experimental		
Largo	28 m	28 m
Ancho	15 m	15 m
Área total	420 m ²	420 m ²
B. Del ensayo		
Largo de cada surco	3 m	3 m
Distancia entre surcos	0.8 m	0.8 m.
Nº. total de surcos / parcela	5	5
Nº. golpe/surco	11	11
Distancia entre golpes	25 cm	20 cm
C. De Bloques		
Largo	3 m	3 m
Ancho	3 m	3 m
Área	9 m ²	9 m ²
Nº/bloque	5	5
Nº total/experimento	25	25
D. De la Parcela o tratamiento		
Ancho	3 m	3 m
Largo	3 m	3 m.
Área de parcela	9 m ²	9 m ²
E. De la Subparcela o unidad Experimental		
Largo	3 m	3 m
Ancho	3 m	3 m
Área	9 m ²	9 m ²
Nº de Unidades experimentales	25	25

Fuente: Elaboración propia (Edgar E.M).

Cuadro 14. Característica del campo experimental de la Región de Huancavelica (Densidad 1 y Densidad 2)

Del Campo Experimental	Exp.Nº.1 (D¹) 200,000 (pl/ha)	Exp.Nº.2 (D²) 250,000 (pl/ha)
A. Campo experimental		
Largo	28 m	28 m
Ancho l	15 m	15 m
Área total	420 m ²	420 m ²
B. Del ensayo		
Largo de cada surco	3 m	3 m
Distancia entre surcos	0.8 m	0.8 m.
Nº. total de surcos / parcela	5	5
Nº. golpe/surco	11	11
Distancia entre golpes	0.25 m	0.20m.
C. De Bloques		
Largo	3 m	3 m
Ancho	3 m	3 m
Área efectiva	9 m ²	9 m ²
Nº/bloque	5	5
Nº total/experimento	25	25
D. De la Parcela o tratamiento		
Ancho	3 m	3 m
Largo	3 m	3 m.
Área	9 m ²	9 m ²
E. De la Subparcela o unidad Experimental		
Largo	3 m	3 m
Ancho	3 m	3 m
Área	9 m ²	9 m ²
Nº de Unidades experimentales	25	25

Fuente: Elaboración propia (Edgar E.M).

3.2 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es aplicada y experimental, reforzada por los Análisis Estadístico empleado en un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con 5 tratamientos y 5 repeticiones, haciendo un total de 25 unidades experimentales en 2 experimentos.

Para probar las diferencias entre los promedios de los tratamientos se utilizará la prueba de Duncan al nivel de significación de 0,05.

Los tratamientos de 05 variedades seleccionados fueron distribuidos aleatoriamente en cada parcela, dentro de cada block y las D_1 y D_2 serán asignadas aleatoriamente en las subparcelas dentro de cada parcela.

Calzada (1982), lo dice que recomienda este diseño al tener un factor en estudio de mayor importancia y a la gran dificultad en el manejo de cultivo.

Cuadro 15. Análisis de variancia individual para cada densidad de siembra

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Signif. Est.	Fcal.	Pr > F
BLOQUES (R)	4 (5-1)					
VARIEDADES (V)	4 (5-19)					
ERROR	16 (24-8)					
TOTAL	24 (25-1)					
CV(%)						

GL : Grado de Libertad

Fcal : F calculado

* : Significativo

SC : Suma de cuadrados

Pr F: Probabilidad de F

ns : No significativo

CM : Cuadrado medio

** : Altamente significativo

▪ Análisis de variancia Combinado

El Análisis Combinado para las comparaciones entre variedades se realizará el análisis combinado a partir de los análisis de las variables individuales. Este análisis involucra el concepto de interacción densidad x variedad ($D \times V$). La interacción densidad x variedad puede ser interpretada en parte como resultado de una respuesta diferencial a diversos estreses ambientales, sequia, y enfermedades.

Cuadro 16. Análisis de Variancia Combinado (DD x VV)

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Signif. Est.	F.cal	Pr > F
BLOQUES	4 (5-1)					
DENSIDAD (D)	1 (2-1)					
VARIEDADES (V)	4 (5-1)					
INTERACCIÓN (DxV)	4 (4x1)					
ERROR COMBINADO	36 (49-13)				D.L.S 0.05= 0.01=	
TOTAL COMBINADO	49 (50-1)					
C.V (%)						

El Análisis estadístico se efectuó de acuerdo al Diseño Experimental de Bloques Completos al Azar (DBCA), luego para realizar las comparaciones de medias entre los tratamientos, se realizó la prueba de Duncan al nivel de 0,05

3.3 UNIDAD DE ANÁLISIS

Se eligió como una unidad de análisis los experimentos del cultivo de quinua en la Región de Región Ancash (Provincia de Ocros) y la Región de Huancavelica (Provincia de Angaraes):

EXPERIMENTO 1 - Ancash: A nivel de campo se probarán 5 variedades seleccionadas de quinua con 5 repeticiones con densidad D₁:25cm., D₂: 20cm. y con 25 tratamiento experimentales.

EXPERIMENTO 2 - Huancavelica: A nivel de campo se probarán 5 variedades seleccionados de quinua con 5 repeticiones con densidad D₁:25cm., D₂: 20cm. y 25 tratamientos experimentales.

El ensayo será manejado con iguales labores culturales, control de malezas; así mismo la preparación del terreno, se realizará la siembra en el área experimental, depositando semillas en hilera y luego hacer un desahíje para su normal crecimiento.

3.4 POBLACIÓN DE ESTUDIO

A. Niveles de 5 Variedades seleccionados de Quinua

Se evaluarán los efectos de las 5 variedades seleccionados de quinua con 05 repeticiones en dos densidades de siembra en condiciones de zona andina de la Región Ancash y Región Huancavelica

B. Densidad de plantas (D_1 y D_2)

Para cada selección en estudio se evaluará los efectos de dos densidades de planta; cada densidad será diferenciada en base del distanciamiento entre plantas individuales.

Cuadro 17. Características de los experimentos Densidad 1 y Densidad 2

Características	Experimento N° 1	Experimento N° 2
Nº. de tratamiento	5	5
Nº. de repeticiones	5	5
Nº de unidades experimentales	25	25
Nº. de surcos por parcela	5	5
Longitud de surcos	3m	3m
Distancia entre surcos	80cm	80cm
Nº.de semilla/golpe	4	4
Fecha de siembra	15/set/201	15/set/2011
Origen de la semilla	Puno	Puno
Área Total : 420m ²	(28x15)	(28x15)

Fuente: Elaboración propia (E. Espinoza M).

3.5 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.5.1 VARIEDADES DE QUINUA DE LA INVESTIGACIÓN

1) Variedad Pasankalla (INIA 415)

Procedente de la EEA.Illpa (Puno-Perú).

Con altura de la planta alcanza entre 1.30 a 1.50m. Esta variedad posee alto valor nutricional, tiene un grano dulce de 2.1 milímetros de diámetro y contiene 17.41% de proteínas y saponina 0.044%, los granos se caracterizan por el color del perigonio es púrpura, color del pericarpio es plomo claro. Esta variedad es precoz pues su período vegetativo dura sólo 140 días.

Figura 25. Variedad de Quinua Pasankalla y grano comestible



Fuente. E. Espinoza M. (2015). Lugar. Ocros, Ancash

2) Variedad Negra Collana (INIA 420)

De ensayo de validación en la Comunidad Campesina Collana (distrito de Cabana - Prov. de San Román, Puno-Perú)

De panoja diferenciada terminal, su altura de la planta de esta variedad alcanza hasta 1.20 m. de grano dulce de color negro brillante de periodo vegetativo es 135 días. Su mejor desarrollo se logra en la zona agroecológica Suní del altiplano, entre los 3800 y 3900 msnm, con clima frío seco, es tolerante a las principales enfermedades y de heladas.

Figura 26. Variedad de Quinua Negra Collana y grano comestible



Fuente: E. Espinoza M. (2015). Lugar. Ocros, Ancash

3) Variedad Salcedo (INIA)

De cruce de Real Boliviana x Sajama) en la Estación Experimental Salcedo (Puno-Perú)

De panoja glomerulada, de altura de la planta alcanza hasta 1.80 m. de alto valor nutricional tiene un grano grande blanco dulce (2.0 mm de diámetro), su adaptación de altitud es de 3000 a 3900 msnm. Su Ciclo vegetativo: Intermedio de 150 días dependiendo de zona y altitud, alcanza hasta 1.70 m., esta variedad es tolerante a sequías, heladas a 2°C y tolerante a mildiú (*Peronospora effusa*) tiene mayor contenido de proteínas (14.5%).

Variedad requerida por agroindustria y mercado exterior.

Figura 27. Variedad de Quinoa Salcedo INIA y grano comestible



Fuente: E. Espinoza M. (2015) Lugar. Ocos, Ancash

4) Variedad Blanca de Junín

La planta alcanza una altura hasta 1.80 m. Esta variedad es propia de la región central del Perú, tiene segregación, de alto valor de proteínas, resistente a mildiú (*Perenospora effusa*), soporta a temperaturas bajas y fuertes vientos. De grano de color blanco cremoso de bajo contenido de saponina, de adaptación de altitud es de 1900 a 3600 msnm. Su periodo vegetativo: Tardío de 160 a 180 días. Esta variedad presenta dos tipos blanca y rosada, de mayor cosecha se concentra entre los meses de abril a mayo y es resistente a factores abióticos y bióticos.

Figura 28. Variedad de Quinua Blanca Junín y grano comestible



Fuente: E. Espinoza M. (2015). Lugar. Ocros, Ancash

5) Variedad San Juan (testigo)

La planta alcanza una altura hasta 1.70 m.

Contiene alto valor de proteínas, grano grande blanco dulce y se adapta a diferentes agroclimáticos, altitudes de 3200 hasta 4000 msnm. Su periodo vegetativo es tardío entre 160 a 180 días y de rendimiento hasta 2.0 tm/ha.

Figura 29. Variedad de Quinua San Juan y grano comestible



Fuente: E. Espinoza M. (2015). Lugar. Ocros, Ancash)

Cuadro 18. Características Agronómicas de las variedades en estudio

PARAMETROS	Variedad: Salcedo INIA	Variedad: Pasankalla (INIA 415)
Hábito de crecimiento	<ul style="list-style-type: none"> - Tipo de crecimiento : Herbáceo - Porte de planta : Erecto 	<ul style="list-style-type: none"> - Tipo de crecimiento : Herbáceo - Porte de planta : Erecto
Característica del tallo	<ul style="list-style-type: none"> - Tallo principal : Prominente - Angulosidad del tallo : Sin ángulos - Diámetro del tallo : 1.9 a 2.3 cm - Presencia de axilas : Ausentes - Presencia de estrías : Presentes - Color de estrías : Verde - Color del tallo : Verde - Presencia de ramificación: Ausente 	<ul style="list-style-type: none"> - Tallo principal : Prominente - Angulosidad del tallo: Anguloso/cilind. - Diámetro del tallo principal: 1.5 a 2.2 cm - Presencia de axilas : Presentes - Presencia de estrías : Presentes - Color de estrías : Púrpura - Color del tallo : Verde - Presencia de ramificación: Ausente
Característica de la hoja	<ul style="list-style-type: none"> - Borde de las hojas : Dentadas - Dientes de hojas basales: 6 dientes - Longitud máxima de peciolo: 5 a 6 cm - Longitud máxima de hojas: 10 a 11 cm - Anchura máxima de hojas: 8.5 a 10.5 cm - Color de las hojas basales : Verde 	<ul style="list-style-type: none"> - Borde de las hojas : Dentadas - Dientes de hojas basales : 12 dientes - Longitud máxima de peciolo: 5 a 6 cm - Longitud máxima de hojas : 8.5 a 9 cm - Anchura máxima de hojas : 7 a 8 cm - Color de las hojas basales : Verde
Característica de la panoja (inflorescencia)	<ul style="list-style-type: none"> - Color de panoja antes de madurez: Verde - Color de panoja en la cosecha : Blanca - Tipo de panoja: Diferenciada y terminal - Forma de panoja : Glomerulada - Longitud de panoja : 45 a 55 cm - Densidad de panoja: Compacta - Diámetro de panoja : 8.5 a 10.5 cm - Longitud de glomérulos: 6.0 a 9.5 cm - Saponina : 0.020 % 	<ul style="list-style-type: none"> - Color de panoja antes de mad: Púrpura - Color de panoja en la cosecha: Púrpura - Tipo de panoja : Diferenciada y terminal - Forma de panoja : Glomerulado - Longitud de panoja : 35.0 a 40 cm - Densidad de panoja : Intermedia - Diámetro de panoja : 8.5 a 10 cm - Longitud de glomérulos: 6.5 a 7.5 cm - Saponina : 0.044 %
Característica del grano	<ul style="list-style-type: none"> - Color del perigonio : Verde - Color del pericarpio : Blanco opaco - Color del epispermo : Blanco - Aspecto del perispermo : Opaco - Forma del borde de grano: Afilado - Forma del grano : Cilíndrico - Diámetro del grano : 2.0 mm 	<ul style="list-style-type: none"> - Color del perigonio : Púrpura - Color del pericarpio : Plomo claro - Color del epispermo : Vino oscuro - Aspecto del perispermo : Opaco - Forma del borde de grano: Afilado - Forma del grano : Cilíndrico - Diámetro del grano : 2.0 mm.
Rdto. del grano	<ul style="list-style-type: none"> - Rendimiento medio : 2 a 3 t/ha. - Rendimiento Potencial : 4t/ha. 	<ul style="list-style-type: none"> - Rendimiento medio : 1.5 a 2 t/ha - Rendimiento Potencial : 3t/ha.

Fuente: Elaboración propia (Edgar Espinoza M).

Cuadro 19. Características Agronómicas de las variedades en estudio

PARAMETROS	Variedad: Negra Collana (INIA 420)	Variedad Blanca Junín
Hábito de Crecimiento	-Tipo de crecimiento: herbáceo - Porte de la planta : Erecto	- Tipo de crecimiento: herbáceo - Porte de la planta : Erecto
Caracteres del tallo	-Color del tallo : Rojo oscuro -Color de axilas : Púrpura -Altura de planta : 95 a 110cm	- Color del tallo : verde - Altura de planta : 1.50-1.65cm
Inflorescencia de panoja	-Tipo de panoja: Diferenciada y terminal - Color de panoja cosechada:Plomo claro - Longitud de panoja:32 a 36 cm - Diámetro de panoja:5 a 6.5	- Tipo de panoja :Diferenciada y terminal - Color de panoja cosechada: Blanca - Longitud de panoja: 45 a 55cm - Diámetro de panoja : 8.5 -9.5cm.
Características del grano	- Color de perigonio : Plomo claro - Color de epispermo : Negro opaco - Aspecto del perspermo : Opaco - Contenido de saponina : 0.044 % - Proteína del grano (%) : 17.41	-Color de perigonio : verde -Color de epispermo : Blanco cremoso - Aspecto del perspermo: Opaco - Contenido de saponina : 0.045% - Sabor del grano : Dulce
Rdto.del grano	- Rdto. medio : 1.5 a 2 t/ha - Rdto. Potencial : 3.0 t/ha	- Rdto. medio : 2 a 3 t/ha - Rdto. Potencial : 4.5 t/ha.

Fuente: Elaboración propia (Edgar Espinoza M).

3.5.2 CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

- **Ubicación:** El presente trabajo de investigación se realizó entre los años 2011 hasta 2015.
- **Ancash (Ocos):** Coordenadas geográficas
 - Latitud : 13°24'08"S.
 - Longitud : 77°23'44" W
 - Altitud : 3,250 msnm.
 - Precipitación : 777mm.
- **Huancavelica (Angaraes):** Coordenadas geográficas
 - Latitud : 12°59'00"S.
 - Longitud : 74°43'03" W
 - Precipitación : 775 mm.

Fuente: <http://www.ign.gob.pe/index.php?PG=Nomenclatorp&OPC=21&paginasok=35>

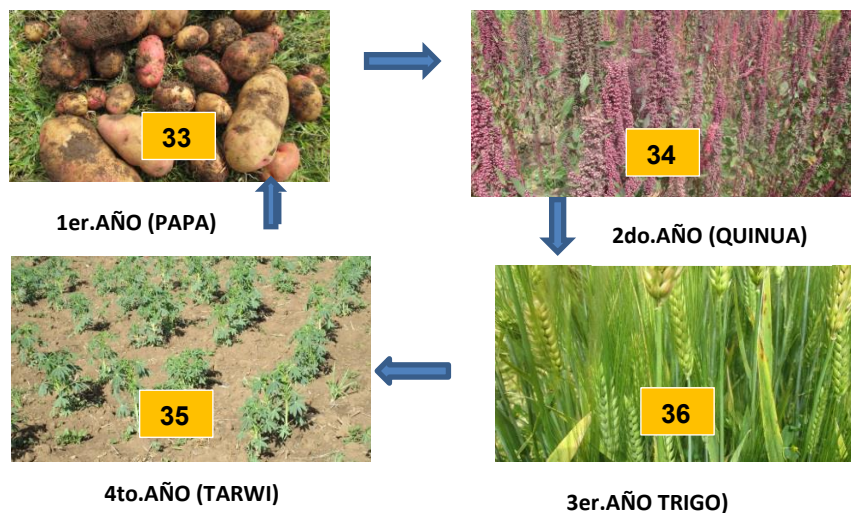
Figuras 30,31 y 32. Mapa geográfico de la provincia de Ocros (Ancash) y provincia de Angaraes (Huancavelica)



Fuente: Elaboración propia (Edgar Espinoza M).

▪ Historia de campo

Figuras 33, 34, 35 y 36. Rotación: Papa- Quinua- Trigo- Tarwi



Fuente: Elaboración propia por E Espinoza M.

Cuadro 20. Siembra y rotación de cultivo en quinua (Molle, Ancash)

Año	Campaña	Cultivo
2010	1ra.campaña	papa quinua
2011	1ra.campaña 2da.campaña	tarwi quinua
2012	1ra.campaña 2da.campaña	trigo quinua
2013	1ra.campaña 2da.campaña	papa quinua
2014	1ra.campaña 2da.campaña	papa quinua

Fuente: Elaboración propia (Edgar Espinoza M).

Cuadro 21. Siembra y rotación de cultivo en quinua (Lircay, Huancavelica)

Año	Campaña	Cultivo
2010	1ra.campaña	papa quinua
2011	1ra.campaña 2da.campaña	arveja quinua
2012	1ra.campaña 2da.campaña	maíz quinua
2013	1ra.campaña 2da.campaña	papa quinua
2014	1ra.campaña 2da.campaña	papa quinua


Fuente: Elaboración propia (Edgar Espinoza M).

3.5.3 MATERIALES


■ CARACTERISTICAS DEL SUELO

El suelo donde se realizó el presente investigación tiene como característica común de textura media y de buen drenaje.

Cuadro 22. Análisis de suelos para la siembra de quinua



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES




ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : UNIVERSIDAD PARA EL DESARROLLO ANDINO

Departamento : HUANCVELICA Provincia : HUANCVELICA
 Distrito : ANGARAES Predio :
 Referencia : H.R. 37556-073C-12 Fact.: 22807 Fecha : 19/10/12

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Claves							Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
13355	Lugar: Oqosuyo-Uscupampa, M-1	5.48	0.03	0.00	2.07	2.2	108	61	27	12	Fr.A.	10.88	4.30	1.02	0.27	0.14	0.20	5.92	5.72	53
13356	Lugar: Paqori-Uscupampa, M-2	6.04	0.06	0.00	2.48	29.0	274	53	21	26	Fr.Ar.A.	20.16	8.30	2.67	0.69	0.17	0.00	11.83	11.83	59

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ;
 Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso



Braulio La Torre Martínez
 Jefe del Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM - Telf.: 614-7800 Anexo 222 Telefax: 349-5622 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Fuente. Laboratorio de Análisis de Suelos. UNAL. Lima, Perú

▪ MATERIALES DE ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN

Para el presente investigación, el material genético utilizado estuvo formado por 05 variedades seleccionados de quinua provenientes de la Región de Puno y el testigo procedente nativo de la ciudad de Lircay (Huancavelica).

▪ Otros Materiales

- **Pesticidas:** Fungicidas (Vitavax)
- **De campo:** Wincha, etiquetas, letreros, cuaderno de campo, lampa, pico, cordel, bolsa de papel kraft, fertilizantes y entre otros.
- **De laboratorio:** Balanza de precisión (0.1gr), estufa (65°C.-105°C).

3.6 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Las evaluaciones realizadas se ajustaron a las recomendaciones encontradas en el campo experimental Ocros (Ancash) y Angaraes (Huancavelica) - Perú. En el ensayo se evaluaron del rendimiento de grano de quinua y sus componentes primarios (altura de planta, altura de panoja, peso seco de 1000 granos).

3.6.1 VARIABLES BIOMÉTRICOS O MORFOLÓGICAS

Fueron evaluadas en las 04 etapas más importantes del ciclo del cultivo de quinua:

- a) Crecimiento (30 días a la siembra),
- b) Floración (60 días a la siembra),
- c) fructificación (120 días a la siembra)
- d) Madurez (150 días a la siembra) dependiendo de la variedad:
 - Altura de planta (cm)
Se tomó la altura de 10 plantas por parcela en centímetros (cm).
 - Altura de Panoja(cm)
Se tomó al azar de 10 plantas por parcela y se registró la longitud de panojas en centímetros, la cual fue luego promediada.

3.6.2 COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE GRANO

- *Para Peso de 1000 granos secos (g)*
Se tomó el peso de 1000 granos de quinua seco al azar por parcela cosechada de las cinco variedades de quinua.
- *Para Rendimiento de grano seco (kg/ha)*
Se tomó el peso de grano seco de diez (10) plantas tomadas al azar por parcela en gramos los resultados contribuyeron el promedio de 05 repeticiones que luego se transformó a kg/ha.

3.6.3 CARACTERÍSTICAS MORFOFISIOLÓGICAS Y AGRONÓMICAS DEL CULTIVO

▪ Etapas de crecimiento:

- Porcentaje de germinación
Se tomó el porcentaje (%) a los 20 días después de la siembra, se contabilizó el número de plantas emergidas.
- *Días a la Floración*
Se registró el número de días desde la siembra hasta que el 50% de las plantas mostraron la primera flor abierta en la parcela.
- *Número de Ramas/planta*
Se tomaron al azar 10 plantas y se contabilizó el número de nudos y ramas por planta y finalmente se consideró el promedio de las 05 repeticiones.
- *Días a madurez Fisiológica*
Las semillas alcanzan su más alta germinación y más alto grado de vigor. Es el número de días transcurridos desde la siembra hasta el momento en que el 90% de las panojas han cambiado de color completamente de verde a un color intermedio entre amarillo y verde.

- **Días a la Cosecha**

La cosecha se llevó a cabo el 15 de febrero, operación que consistió en extraer separado cuidadosamente las plantas del surco de cada unidad experimental, luego fueron llevados al secado para su posterior evaluación.

- **Índices de Cosecha (I. C. en %)**

Con los datos de peso seco total y el peso de 10 plantas competitivas se determinará el índice de cosecha (IC) empleada la fórmula:

$$I. C = \frac{\text{Peso seco de grano} \times 100}{\text{Peso seco total}}$$

- **Plagas y Enfermedades**

Respecto a las plagas (insectos dañinos), se puede afirmar que la productividad del cultivo de quinua no se ha visto afectada por que el ataque de plagas se presentaron al final del ciclo vegetativo de la planta, posiblemente sea por la altitud de siembra en la zona. Sobre las enfermedades, se evaluaron su incidencia en el lugar de la siembra de la quinua.

El ataque de la enfermedad más común en la quinua es Mildiu (*Peronospora effusa*), se notó diferencias entre D1 y D2; sin embargo, se considera que el desarrollo del patógeno en la planta ha sido bajo en las variedades "Salcedo INIA, Blanca Junín y Pasankalla INIA, por presentarse al final de la producción.

3.6.4 LA CALIDAD COMERCIAL DE LOS GRANOS DE QUINUA

Se clasificaron los granos secos después de la trilla, en base al color ideal preferido por el consumidor local, como el caso de variedad Salcedo INIA, Blanca Junín y Pasankalla INIA.

La clasificación según la Norma Peruana:

La Norma no especifica nivel máximo de saponina, ni de ninguna sustancia tóxica (pesticida, metales pesados).

A) Por su contenido de saponina: Quinua amarga, quinua dulce y quinua lavada.

B) Por Grado:

Grado 1: Muy bueno

Grado 2: Buena

Grado 3: Regular

Grado 4: Mala

En resumen, se trató de definir la aptitud comercial del material genético de la quinua que ensayaron para el mercado local que tiene buena aceptación después de lavado a fin de quitar la saponina del grano de quinua.

3.6.5 CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS

Las características cualitativas de las variedades de quinua evaluadas se puede decir que todas las variedades satisfacen o superan las exigencias del mercado, a pesar de las diferencias existentes granos blancos y color entre unas y otras.

Todas las variedades han presentado sus condiciones de forma, color y brillo normales en algunos casos se han tenido granos ligeramente pequeños; la que se expresa por el peso de 1000 semillas. Las variedades de quinua T2 (Salcedo INIA), T4 (Blanca Junín) y T1 (Pasankalla INIA) han presentado ligera variante en el tono del color amarillo sin afectarse las exigencias del mercado, esta puede deberse a los índices de heliofanía (*horas de sol*) que afectan a unas variedades de quinua más que otras.

3.7 ANÁLISIS ECONÓMICO Y COSTO DE PRODUCCIÓN

El análisis económico se realizó en base a los costos directos e indirectos, según la duración del periodo vegetativo del cultivo en estudio.

CAPITULO 4

4.1 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los siguientes cuadros que se discuten a continuación, y que comprenden en los cuadros numerados del 23 al 33 muestran los valores promedios de las variables evaluadas del rendimiento de quinua y de sus componentes. Además se presentan el resumen numeradas del 23 al 33 del análisis de variancia de los factores en estudio, el coeficiente de variabilidad y las comparaciones de las medias de la prueba de Duncan para las variables en estudio correspondiente al experimento 1 y 2 con el análisis de variación combinado y su interacción (DxV) de ambos experimentos respectivamente.

Cuadro 23.Resultados del Experimento 1.Características Morfológicas y Componentes de Rendimiento evaluadas de la quinua
DENSIDAD 1 (D1: 25cm) - REGIÓN DE ANCASH

N°. de Entrada	Variedad	Rdto. Grano Seco		Inicio a floración (días)	Altura de Planta (cm)	Altura de panoja (cm)	N° de Ramas	Peso de 1000 semillas (g)
		(gr/Parcela)	(kg/Ha)					
1	Pasankalla T1	2.10	2,336.86	75	1.42	35.44	10.57	2.94
2	Salcedo T2	2.34	2,613.94	83	1.74	41.42	12.31	3.31
3	N. Collana T3	1.92	2,087.88	72	1.34	34.87	10.08	2.47
4	B. Junín T4	2.17	2,408.10	85	1.62	37.98	11.59	3.22
5	San Juan T5 (t)	1.74	1,988.84	87	1.20	29.99	8.87	2.43
PROMEDIO		2.05	2,276.22	80.4	1.47	35.94	10.644	2.87
CV%		7.6%	7.7%	7.6%	8.5%	10.4%	6.1%	5.7%

Fuente: Edgar Espinoza M. Ocros, Ancash

Cuadro 24. Resultados del Experimento 2. Características Morfológicas y Componentes de Rendimiento evaluadas de la quinua
DENSIDAD 2 (D2: 20cm) - REGIÓN DE ANCASH

N°.de Entrada	Variedad	Rdto. Grano Seco		Inicio a floración (días)	Altura de Planta (cm)	Altura de panoja (cm)	N° de Ramas	Peso de 1000 semillas (g)
		(gr/Parcela)	(kg/Ha)					
1	Pasankalla T1	2.372	2,636.87	75	1.44	36.82	10.362	2.93
2	Salcedo T2	2.61	2,900.31	86	1.76	48.36	11.882	3.29
3	N. Collana T3	2.22	2,467.88	72	1.35	35.63	10.072	2.45
4	B. Junín T4	2.528	2,717.70	86	1.66	45.58	11.228	3.19
5	San Juan T5 (t)	2.13	2,368.31	87	1.32	32.42	8.078	2.39
PROMEDIO		2.372	2,618.21	81.2	1.51	39.762	10.3244	2.85
CV%		9.2%	8.6%	6.2%	6.2%	6.6%	7.7%	5.9%

Fuente: Edgar Espinoza M. Ocros, Ancash.

4.2 ANÁLISIS, INTERPERTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.2.1 ANÁLISIS BIOMÉTRICAS DE:

Altura de planta (cm)

Altura de panoja de planta (cm)

Número de ramas de panoja por planta

4.2.2 ANÁLISIS DE COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE:

Rendimiento seco de grano de quinua.

4.3 PRUEBA DE HIPOTESIS

La Prueba de hipótesis permite precisar con mucha exactitud los componentes biométricos del cultivo de quinua en estudio y de los componentes del rendimiento mediante la observación de los datos obtenidos en el estudio de la quinua en Áncash y Huancavelica bajo condiciones de campo.

Existen diferentes formas de plantear hipótesis y de la misma manera existen técnicas para la prueba de hipótesis:

Para el caso de Altura de planta y Rendimiento de producción:

Hipótesis general:

Hipótesis Nula (H_0):

Hipótesis Alternante (H_a):

- De la cinco variedades de quinua, algunas son afectadas por el cambio climático en el rendimiento y calidad de grano en ambas regiones y al menos una variedad Salcedo INIA responde a la densidad de siembra con 20 cm, entre planta.

Hipótesis específicas

Hipótesis Nula (H_0):

Hipótesis Alternante (H_a):

Al menos una variedad de quinua sobresale en rendimiento y son afectadas por las densidades de siembra.

Al menos una de las variedades ensayadas sobresale en calidad y de grano son afectadas por la densidad de planta.

Cuadro 25. Resultados promedio de altura de planta de quinua. D1:25cm

TRAT/BLOQ.	BLOQUES					Totales	Promedio
	I	II	III	IV	V		
T1 -Pasankalla	1.55	1.30	1.45	1.20	1.62	7.12	1.42
T2 -Salcedo	1.82	1.71	1.75	1.77	1.67	8.72	1.74
T3 -N.Collana	1.23	1.34	1.44	1.28	1.42	6.71	1.34
T4 -Blanca Junín	1.60	1.56	1.60	1.73	1.62	8.11	1.62
T5 - San Juan(t)	1.04	1.25	1.35	0.95	1.40	5.99	1.20

1.47

Cuadro 26. Análisis de Variancia: Resultados de la Densidad 1.

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Signif. Est.	Fcal.	Pr > F
Trat/Variedad (V)	4	0.95829600	0.23957400	**	15.43	<.0001
BLOQUES (B)	4	0.08389600	0.2097400	n.s	1.35	0.2945
ERROR	16	0.24842400	0.01149710			
TOTAL	24	1.29061600				
CV(%)	8.5%					

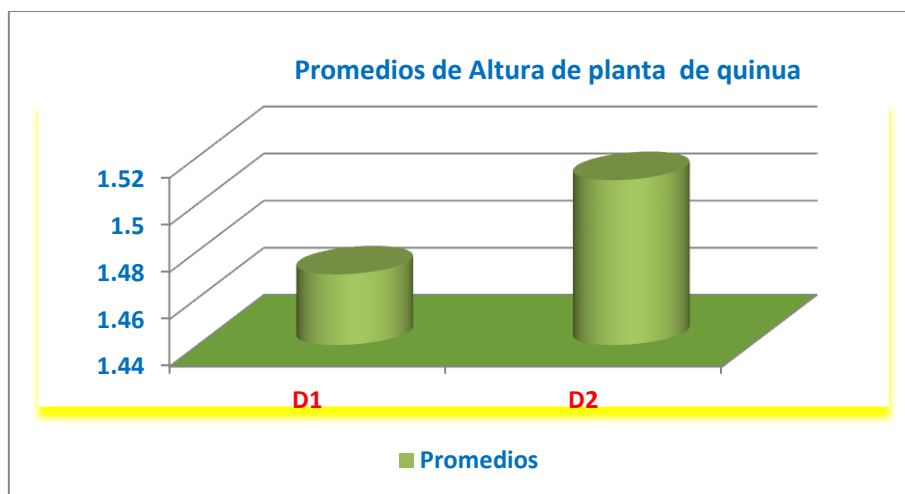
* Significativo al nivel de 0.05

** Altamente significativo al nivel de 0.01

Hipótesis Nula que $u=0.95$ contra la hipótesis alternativa $u > 0.95$ con un nivel de significancia de 0.01

- ✓ Hipótesis Nula: $u=0.95$ ($p=1/2$)
- ✓ Hipótesis Alternativa: $u > 0.95$ ($p>1/2$)
- ✓ Nivel de significancia: α 0.01

Figura 37. Efecto de Altura de planta de quinua (m)
Región de Ancash (Ocros)



Cuadro 27. Resultados promedio de Rendimiento de quinua/Ha. D1:25cm

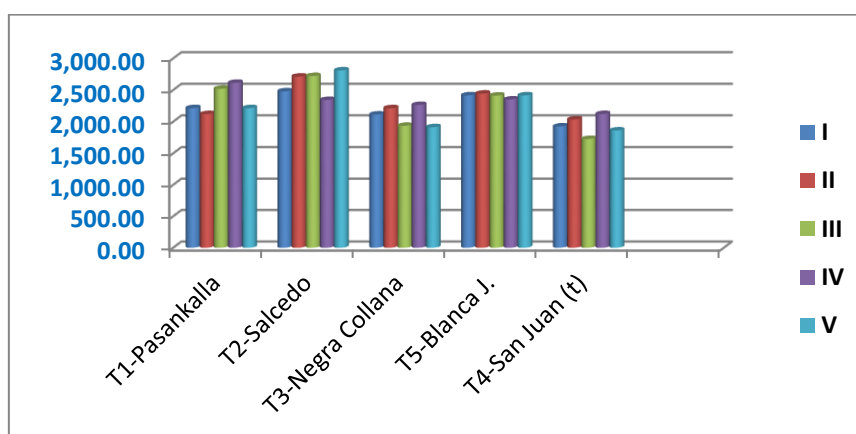
TRAT/BLOQ.	BLOQUES					Totales	Promedio
	I	II	III	IV	V		
T1 - Pasankalla	2,214.60	2,120.50	2,520.40	2,614.40	2,214.40	11,684.30	2,336.86
T2 - Salcedo INIA	2,480.30	2,713.50	2,721.30	2,344.30	2,810.30	13,069.70	2,613.94
T3 - N.Collana	2,113.30	2,213.30	1,935.20	2,264.30	1,913.30	10,439.40	2,087.88
T4 - Blanca Junín	2,416.40	2,444.10	2,412.30	2,351.30	2,416.40	12,040.50	2,408.10
T5 - San Juan (t)	1,925.24	2,035.30	1,727.34	2,121.32	1,862.34	7,944.20	1,988.84

2,276.22

Cuadro 28. Análisis de Variancia: Resultados de la Densidad 1.

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Signif. Est.	Fcal.	Pr > F
Trat/Variedad (V)	4	1437500.569	359375.142	n.s	11.59	0.0001
BLOQUES (B)	4	40957.116	10239.279	n.s	0.33	0.88537
ERROR	16	496312.503	31019.531			
TOTAL	24	1974770.187				
CV(%)	7.7%					

Figura 38. Efecto de dos densidades de Rendimiento (Kg/Ha) de 05 Variedades de quinua.



Fuente: E. Espinoza M. (2015).Lugar. Ocros, Ancash.

4.4 PRESENTACIÓN Y DISCUSION DE RESULTADOS

4.4.1 ANÁLISIS BIOMÉTRICAS Y RESULTADOS:

▪RESULTADOS PROMEDIOS EVALUADAS DE ALTURA DE PLANTA (cm).

A. EXPERIMENTO 1

Según el Cuadro 29, se aprecia que la altura de planta fluctúa entre 1.20 cm y 1.74 cm. correspondiente a los tratamientos T5 (t) y T2 respectivamente a un incremento del 45 %.

Como: $[1.20 \text{ es } 100\% \text{ y } 0.54 \text{ será } X] = \Rightarrow 0.54 \times 100 / 1.20 = 45\%$

$[1.74 - 1.20 = 0.54]$

Se puede observar que todos los tratamientos superan al testigo, destacando en primer lugar el tratamiento T2 seguido el T4, T1, T3 y T5 en orden descendente, la altura de planta promedio para este experimento fue de 1.47 cm.

En el análisis de variancia y la prueba de Duncan (Cuadro 29) indican que, a un nivel de significación 0.05, para variedades existe altamente significativo entre tratamientos, no se halló diferencias significativas entre los bloques experimentales para la característica altura de planta, de donde se desprende que las condiciones de estos fueron homogéneas.

El Coeficiente de Variabilidad obtenido fue de 8.5%, el cual es considerado muy bueno y por lo mismo, según Calzada (1,982), los resultados son confiables, indicando un buen manejo del campo experimental y una leve variación de la diferencia entre los tratamientos señalando una buena homogeneidad en la adquisición de los datos.

Por los resultados obtenidos diremos que la altura de planta presenta una tendencia lineal de crecimiento normal a la D1(.25cm), pero sin significación estadística, lo cual nos lleva a pensar que los tratamientos probados no tuvieron efectos sobre este carácter.

Esto nos confirmaría lo señalado por Ruiz (1,981)_que la altura es carácter influenciado por el medio ambiente.

B. EXPERIMENTO 2: (D2)

De acuerdo al Cuadro 29, la altura de la planta fluctúa entre 1.32 cm y 1.76 cm. correspondientes a los tratamientos T5(t) y T2 respectivamente a un incremento de 33 %.

Como: [1.32 es 100% y 0.44 será X] = $\Rightarrow 0.44 \times 100 / 1.32 = 33.3\%$

$[1.76 - 1.32 = 0.44]$

Todos los tratamientos superan al testigo, destacando en primer lugar el tratamiento T2 seguido el T4, T1, T3 y T5 en orden descendente, la altura de la planta promedio para este experimento fue de 1.51 cm.

El Análisis de Variancia y la Prueba de Duncan (Cuadro 29) indican que, a un nivel de significación 0.05, para variedades existe altamente significativo entre tratamientos, no se halló diferencias significativas entre los bloques experimentales para la característica de altura de planta, de donde se desprende que las condiciones de estos fueron homogéneas.

El Coeficiente de Variabilidad obtenido fue de 6.2% el cual es considerado muy bueno y por lo mismo, según Calzada (1,982) los resultados son confiables, indicando un buen manejo de campo experimental y una leve variación de la diferencia entre tratamientos, señalando una buena homogeneidad en la adquisición de los datos.

Al igual que en el Experimento 1., la altura de la planta presentó una tendencia lineal creciente conforme aumenta la densidad de siembra D_2 (20cm), aunque sin significación estadística; por lo tanto diremos que el carácter altura de planta no sufrió mayores efectos sobre este carácter.

C. DEL ANVA COMBINADO (DD x VV)

El Cuadro 29, nos indica que, la altura de planta fluctúa entre 1.26 cm y 1.75 cm correspondiente a los tratamientos T5 y T12 respectivamente, equivalente a un incremento del 38.8 %.

Como: [1.26 es 100% y 0.49 será X] = $\Rightarrow 0.49 \times 100 / 1.26 = 38.8\%$

$[1.75 - 1.26 = 0.49]$

El tratamiento T2 obtuvo la mayor altura de planta seguido del tratamiento T4, T1, T3 y T5 en orden descendente.

El ANVA Combinado de los Experimentos 1 y 2 (Cuadro 29) indica que, aun nivel de significación 0.05, para variedades se encontró en su fuente de variación altamente significativo entre tratamientos, no se encontró diferencias significativas para densidades, bloques, interacción (DxV) para altura de planta.

Al realizar la prueba de Duncan, a un nivel de significación 0.05, se corrobora lo hallado en el ANVA combinado, se observa en T2 ocupó el 1er.lugar con 1.75 cm. y es diferente de los demás tratamientos estadísticos y se observa los tratamientos superan al testigo (T5).

El Coeficiente de Variabilidad obtenido fue de 7.1% el cual es considerado muy bueno y por lo mismo, según Calzada (1,982), los resultados son confiables, indicando un buen manejo de campo experimental y una leve variación de la diferencia entre tratamientos señalando una buena homogeneidad en la adquisición de los datos.

Todos los tratamientos del Experimento 2, fueron mayores en altura de planta, aunque sin significación estadística, a los del Experimento 1, los cuales poseen igual la D₂ (20cm).

Por los resultados obtenidos podemos afirmar que, la fertilización foliar promovió un mayor desarrollo vegetativo, visto en altura de planta y de la longitud de la panoja de la quinua.

La explicación de este comportamiento, podría hallarse estos resultados corrobora lo dicho por Collando (1,972) que el uso de mayor número de plantas por unidad de superficie producirá un aumento de altura de planta cuando se produzca competencia entre planta, luz y nutrientes.

Figuras 39 y 40. Altura de planta de la variedad de quinua Salcedo INIA y Pasankalla INIA



Quinoa salcedo INIA



Quinoa Pasankalla INIA

Fuente: E. Espinoza M. (2015)
Lugar. Ocros, Ancash.

Cuadro 29.
RESULTADOS PROMEDIOS EVALUADAS DE ALTURA DE PLANTA/PARCELA DEL EXPERIMENTO DE QUINUA

A) EXPERIMENTO 1. (D1:25 cm)

Ocros, Ancash

B) EXPERIMENTO 2. (D2:20 cm)

TRAT/BLOQ.	BLOQUES					Totales	Promedio
	I	II	III	IV	V		
T1 -Pasankalla	1.55	1.30	1.45	1.20	1.62	7.12	1.42
T2 -Salcedo	1.82	1.71	1.75	1.77	1.67	8.72	1.74
T3 -N.Collana	1.23	1.34	1.44	1.28	1.42	6.71	1.34
T4 -Blanca Junín	1.60	1.56	1.60	1.73	1.62	8.11	1.62
T5 - San Juan(t)	1.04	1.25	1.35	0.95	1.40	5.99	1.20

1.47

TRAT/BLOQ.	BLOQUES					Totales	Promedio
	I	II	III	IV	V		
T1 -Pasankalla	1.53	1.34	1.46	1.27	1.62	7.22	1.44
T2 -Salcedo	1.87	1.71	1.75	1.80	1.67	8.80	1.76
T3 -N.Collana	1.23	1.34	1.43	1.30	1.41	6.75	1.35
T4 -Blanca Junín	1.62	1.57	1.61	1.74	1.76	8.30	1.66
T5 - San Juan(t)	1.22	1.25	1.34	1.38	1.42	6.61	1.32

1.51

C) ANALISIS DE VARIANCIA : Resultados de la Densidad 1.

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Signif. Est.	Fcal.	Pr > F
Trat/Variedad (V)	4	0.95829600	0.23957400	**	15.43	<.0001
BLOQUES (B)	4	0.08389600	0.2097400	n.s	1.35	0.2945
ERROR	16	0.24842400	0.01149710			
TOTAL	24	1.29061600				
CV(%)		8.5%				

E) PRUEBA DE DUNCAN

Densidad	Promedios	Duncan
D1	1.47	A
D2	1.51	B

D) ANALISIS DE VARIANCIA : Resultados de la Densidad 2.

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Signif. Est.	Fcal.	Pr > F
Trat/Variedad (V)	4	0.76413600	0.19103400	**	21.59	<.0001
BLOQUES (B)	4	0.04673600	0.01168400	n.s	1.32	0.3046
ERROR	16	0.14154400	0.00884650			
TOTAL	24	0.95241600				
CV(%)		6.2%				

F) PRUEBA DE DUNCAN

Orden	Trat/Variedad	Promedios	Duncan
1°	T2	1.75	A
2°	T4	1.64	A
3°	T1	1.43	B
4°	T3	1.34	C
5°	T5 (t)	1.26	C

* Significativo al nivel de 0.05
**Altamente significativo al nivel de 0.01

E) ANALISIS DE VARIANCIA COMBINADO (DD X VV)

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Signif. Est.	Fcal.	Pr > F
DENSIDAD (D)	1 (2-1)	0.1960200	0.01960200	n.s	1.72	0.1986
Trat/Variedad (V)	4 (5-1)	1.69296800	0.42324200	**	37.03	<.0001
BLOQUES	4 (5-1)	0.11210800	0.02802700	n.s	2.45	0.0635
Interacción (DXV)	4 (4x1)	0.02408800	0.00602200	n.s	0.53	0.7166
Error experimental	36 (49-13)	0.41145200	0.01142922			
Total Combinado	49	2.26021800				
CV(%)		7.1%				

Los tratamientos por la **misma letra** no presentan diferencias significativas.

▪ **RESULTADOS PROMEDIOS EVALUADAS DE ALTURA DE PANOJA (cm).**

A. EXPERIMENTO 1

De acuerdo al Cuadro 30, la altura de panoja por planta fluctúa entre 29.99 cm y 41.42 cm correspondientes a los tratamientos T5 (t) y T2 respectivamente, equivalente a un incremento del 38%.

Como: [31.23 es 100% y 11.43 será x] $\longrightarrow 11.43 \times 100 / 29.99 = 38\%$

$[41.42 - 29.99 = 11.43]$

Todos los tratamientos superan al Testigo, destacando en 1er. lugar el tratamiento T2 seguido del T4, T1, T3 y T5 en orden descendente, la altura de panoja por planta promedio para este experimento fue de 35.9 cm.

El análisis de variancia y la prueba de Duncan (Cuadro 30) indica que, a un nivel de significación 0.05 y no existen diferencias significativas para bloques y variedades para las variables de altura de panoja, de donde se desprende que las condiciones de estos fueron homogéneas.

El coeficiente de variabilidad fue de 10.4% que es considerado muy bueno y por lo mismo según Calzada (1982), los resultados son confiables, indicando un buen manejo del campo experimental y una leve variación de la diferencia entre los tratamientos, existiendo una buena homogeneidad en los datos.

Por lo expuesto, se puede inferir la altura de panojas por planta para este experimento los promedios superan al testigo.

Esto nos confirma que la altura de panoja por planta es influenciada básicamente por días de floración, altura de planta como lo señala Manrique (1980).

B. EXPERIMENTO 2 : (D2)

De acuerdo al Cuadro 30, la altura de panoja por planta fluctúa entre 32.42cm y 48.36cm correspondiente a los tratamientos T5 testigo y T2 respectivamente, equivalente a un incremento del 49%. La altura de panoja por planta promedio fue 39.7cm.

Como: [32.42 es 100% y 15.94 será x] $\longrightarrow 15.94 \times 100 / 32.42 = 49\%$

$[48.36 - 32.42 = 15.94]$

El Análisis de Variancia (Cuadro 30) y la prueba de Duncan indican que, a un nivel de significación 0.05, existen altamente significativo para variedades entre tratamientos y no se encontró diferencias significativas para bloques para altura de panoja, de donde se desprende que las condiciones de estos fueron homogéneas.

El Coeficiente de Variabilidad obtenido fue de 6.6% el cual es considerado muy bueno y por lo mismo, los resultados según Calzada (1,982), son confiables.

Finalmente, se puede inferir la altura de panoja por planta los promedios superan al testigo.

Esto nos confirma que la altura de panoja por planta es influenciada básicamente por los días de floración y altura de planta como señala Manrique (1,980).

C. DEL ANVA COMBINADO (DDxVV)

El Cuadro 30, nos indica que, la altura de panojas por planta, fluctúa entre 31.205 cm y 44.89 cm correspondiente a los tratamientos T5 testigo y T2 respectivamente, equivalente a un incremento del 49%.

Como: [32.42 es 100% y 15.94 será x] $\longrightarrow 15.94 \times 100 / 32.42 = 49\%$

$[48.36 - 32.42 = 15.94]$

El ANVA Combinado del Experimento 1 y 2 (Cuadro 30) nos indica que, a un nivel de significación 0.05, se encontró en su fuente de variación significativo para variedades y no se encontró diferencias significativas para densidades, bloques y la para interacción (DxV) de altura de panojas por experimento. Al realizar la Prueba de

Duncan con un nivel de significación 0.05, se corrobora lo hallado en el ANVA Combinado, se observa en T2 ocupa el 1er.lugar con 44.89 cm y es diferente de los demás tratamientos estadísticos y se observa los tratamiento superan al testigo (T5).

El Coeficiente de Variabilidad obtenido fue de 9.5 % al cual es considerado excelente y los resultados según Calzada (1,982) son confiables, indicando un buen manejo del campo experimental y una leve variación de la diferencia entre los tratamientos, existiendo una buena homogeneidad en los datos. Por los resultados obtenidos diremos, por constituirse la altura de panojas por planta uno de los principales componentes de rendimiento, las causas de los resultados obtenidos serían las mismas que anteriormente ya explicados en el ANVA Combinado del rendimiento.

Figuras 41 y 42. Altura de Panoja de quinua Pasankalla (T1) y Quinua Blanca Junín (T4)



Fuente: E. Espinoza M. (2015) Lugar. Ocros, Ancash.

Cuadro 30.
RESULTADOS PROMEDIOS EVALUADAS DE ALTURA DE PANOJA/PARCELA DEL EXPERIMENTO DE QUINUA

A) EXPERIMENTO 1. (D1:25 cm)

Ocros, Ancash

B) EXPERIMENTO 2. (D2:20 cm)

TRAT/BLOQ.	BLOQUES					Totales	Promedio
	I	II	III	IV	V		
T1 -Pasankalla	37.33	31.42	35.12	36.11	37.22	177.2	35.44
T2 -Salcedo	45.22	42.33	38.11	46.33	35.11	207.1	41.42
T3 -N.Collana	38.22	34.23	30.33	33.33	38.24	174.35	34.87
T4 -Blanca Junín	41.12	34.14	35.17	43.24	36.24	189.9	37.98
T5 - San Juan(t)	28.14	30.11	34.24	25.22	32.24	149.95	29.99

35.94

TRAT/BLOQ.	BLOQUES					Totales	Promedio
	I	II	III	IV	V		
T1 -Pasankalla	35.45	41.21	34.12	36.11	37.21	184.1	36.82
T2 -Salcedo	44.13	47.33	52.11	45.12	53.11	241.8	48.36
T3 -N.Collana	34.22	33.23	39.33	33.23	38.14	178.15	35.63
T5 -Blanca Junín	41.12	45.14	49.19	41.23	51.22	227.9	45.58
T4 - San Juan(t)	31.17	33.11	34.33	32.22	31.27	162.1	32.42

39.762

C) ANALISIS DE VARIANCIA: Resultados de la Densidad 1.

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Signif. Est.	Fcal.	Pr > F
Trat/Variedad (V)	4	354.9470000	8.73677500	n.s	6.28	0.0031
BLOQUES (B)	4	45.7311200	11.4327800	n.s	0.81	0.5377
ERROR	16	226.2478800	14.1404925			
TOTAL	24	626.9260000				
CV(%)	10.4%					

D) ANALISIS DE VARIANCIA : Resultados de la Densidad 2.

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Signif. Est.	Fcal.	Pr > F
Trat/Variedad (V)	4	937.0424000	234.2606000	**	33.29	<.0001
BLOQUES (B)	4	106.9850000	26.7462500	n.s	3.80	0.0234
ERROR	16	112.583400	7.036462			
TOTAL	24	1156.610800				
CV(%)	6.6%					

E) ANALISIS DE VARIANCIA COMBINADO (DD X VV)

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Signif. Est.	Fcal.	Pr > F
DENSIDAD (D)	1 (2-1)	182.557832	182.557832	n.s	14.02	0.0006
Trat/Variedad (V)	4 (5-1)	1188.887788	297.221947	**	22.83	<.0001
BLOQUES	4 (5-1)	23.002828	5.750707	n.s	0.44	0.7776
Interacción (DXV)	4 (4x1)	103.142428	25.785607	n.s	1.98	0.1183
Error experimental	36 (49-13)	468.649652	13.018046			
Total Combinado	49 (50-1)	1966.240528				
CV(%)	9.5 %					

E) PRUEBA DE DUNCAN

Densidad	Promedios	Duncan
D1	35.94	A
D2	39.762	B

F) PRUEBA DE DUNCAN

Orden	Trat/Variedad	Promedios	Duncan
1°	T2	44.89	A
2°	T4	41.78	A
3°	T1	36.13	B
4°	T3	35.25	B
5°	T5 (testigo)	31.20	C

Los tratamientos por la misma letra no presentan diferencias significativas.

▪ RESULTADOS PROMEDIOS EVALUADAS DE NÚMERO DE RAMAS

A. EXPERIMENTO 1

En el Cuadro 31, se aprecia que el número de ramas por planta fluctúa entre 8.67 y 12.31 correspondientes a los tratamientos T5(t) y T2 respectivamente, equivalente a un incremento del 41.9%.

Como: [8.67 es 100% y 3.64 será x] $\longrightarrow 3.64 \times 100 / 8.67 = 41.98\%$

$(12.31 - 8.67 = 3.64)$

El análisis de variancia y la prueba de Duncan (Cuadro 31) indican que, a un nivel de significación 0.05, existe altamente significativo para variedades y no se halló diferencias significativas entre bloques experimentales, de donde se desprende que las condiciones de estos bloques experimentales fueron homogéneas.

El coeficiente de variabilidad fue de 6.1% que es considerado muy bueno y por lo mismo según Calzada (1982) los resultados son confiables, indicando un buen manejo del campo experimental y una leve variación de la diferencia entre los tratamientos, señalando una buena homogeneidad en la adquisición de los datos.

Todos los tratamientos superan en número de grano por vaina al testigo, destacándose en 1er.lugar T2 con 12.31 a los tratamientos en orden decreciente y se puede observar que el promedio de número de ramas/planta fue de 10.64

Por los resultados obtenidos diremos que la densidad de siembra D1 tuvo efecto en el proceso de fructificación, por ser el número de ramas por planta un carácter hereditario influenciado o no afectado por el medio ambiente, Lapeyre (1999); concluye que los componentes de rendimiento que más influenciaron fueron días a la floración y días a la madurez de cosecha.

B. EXPERIMENTO 2

Según el Cuadro 31, nos indica que, el número de ramas por planta fluctúa entre 8.07 y 11.88 correspondientes a los tratamientos T5(t) y T2 respectivamente, equivalente a un incremento del 47%.

Como: [8.078 es 100% y 3.804 será x] $\Rightarrow 3.804 \times 100 / 8.078 = 47\%$

$[11.882 - 8.078 = 3.804]$

El análisis de variancia (Cuadro 31) y la prueba de Duncan indican que, a un nivel de significación 0.05, existe altamente significativo para variedades entre tratamientos para la característica del número de ramas por planta y no se halló diferencias significativas entre bloques experimentales, de donde se desprende que las condiciones de estos fueron homogéneas.

El coeficiente de variabilidad obtenido fue de 7.7% al cual es considerado excelente y por lo mismo según Calzada (1982), los resultados son confiables; indicando un buen manejo del campo experimental y una leve variación de la diferencia entre tratamientos, teniendo una buena homogeneidad en la adquisición de los datos.

Todos los tratamientos superan en número de ramas por planta al testigo, destacándose en 1er.lugar T2 con 11.88 a los tratamientos en orden decreciente y el número de granos por planta promedio fue de 10.32. Por lo expuesto, se puede inferir que el componente de rendimiento, número de ramas por planta para este experimento, tampoco registró mayor efecto ante la densidad. Esto nos confirmaría por Loayza (1980) a mayor densidad de siembra en la quinua causa una reducción en el número de ramas por planta, pero no influye en el peso de 1000 semillas.

C. DEL ANVA COMBINADO (DDxVV)

El Cuadro 31, nos indica que, el número de ramas por planta fluctúa entre 8.37 y 12.10 correspondientes a los tratamientos T5(t) y T2 respectivamente, equivalente a un incremento del 44.5 %.

Como: [8.37 es 100% y 3.73 será x] $\Rightarrow 3.73 \times 100 / 8.37 = 44.56\%$

$[12.10 - 8.37: 3.73]$

El ANVA Combinado del Experimento 1 y 2 (Cuadro 31) y la prueba de Duncan indican que, a un nivel de significación 0.05, para variedades se encontró en su fuente de variación altamente

significativo entre los tratamientos; no se encontró diferencias significativas para densidad y para interacción de densidad x variedad (DDxVV), de donde las condiciones de campo fueron homogéneas.

Al realizar la prueba de Duncan, con un nivel de significación 0.05 (Cuadro 31), se corrobora lo hallado en el ANVA Combinado; se observa en T2 ocupa el 1er.lugar con 12.09 es diferente de los demás tratamientos estadísticos, y se observa los tratamiento superan al testigo (T5).

El coeficiente de variabilidad obtenido fue de 6% el cual es considerado muy bueno y por lo mismo, según Calzada (1982), los resultados son confiables, indicando un buen manejo del área experimental y una leve variación de la diferencia entre los tratamientos, teniendo una buena homogeneidad en la adquisición de los datos.

Por lo expuesto podemos concluir que la densidad de siembra propició una mayor formación de grano, mostrando así, que este carácter, para estas variedades influenciado por el medio ambiente.

Esto nos confirmaría por Loyza (1980) a mayor densidad de siembra en la variedad causa una reducción en el número de ramas por planta, pero no influenciado en el peso seco de grano.

Figura 43. Ramas de la quinua roja (Pasankalla INIA)



Fuente: Edgar Espinoza M. Lugar: Angaraes, Huancavelica

Cuadro 31.
RESULTADOS PROMEDIOS EVALUADAS DE NÚMERO DE RAMAS DE PLANTA/PARCELA DEL EXPERIMENTO DE QUINUA

Ocros, Ancash

A) EXPERIMENTO 1. (D1:25 cm)

TRAT/BLOQ.	BLOQUES					Totales	Promedio
	I	II	III	IV	V		
T1 –Pasankalla Inia	10.44	10.53	10.34	11.21	10.33	52.85	10.57
T2 –Salcedo Inia	12.23	12.33	12.24	12.32	12.43	61.55	12.31
T3 –Negra Collana	9.23	10.28	9.44	11.21	10.24	50.40	10.08
T4 -Blanca Junín	12.12	11.22	11.24	12.14	11.23	57.95	11.59
T5 - San Juan(t)	9.23	8.22	9.32	9.32	8.25	43.35	8.67

10.644

C) ANALISIS DE VARIANCIA: Resultados de la Densidad 1.

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Signif. Est.	Fcal.	Pr > F
Trat/Variedad (V)	4	45.60070400	11.40017600	**	26.22	<.0001
BLOQUES (B)	4	2.90146400	0.722536600	n.s	1.67	0.2064
ERROR	16	6.95765600	0.43485350			
TOTAL	24	55.4598240				
CV(%)	6.1%					

D) ANALISIS DE VARIANCIA: Resultados de la Densidad 2.

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Signif. Est.	Fcal.	Pr > F
Trat/Variedad (V)	4	43.40573600	10.85143400	**	16.79	<.0001
BLOQUES (B)	4	3.35861600	0.83965400	n.s	1.30	0.3120
ERROR	16	10.33922400	0.64620150			
TOTAL	24	57.10357600				
CV(%)	7.7%					

E) ANALISIS DE VARIANCIA COMBINADO (DD X VV)

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Signif. Est.	Fcal.	Pr > F
DENSIDAD (D)	1 (2-1)	1.27360800	1.27360800	n.s	3.07	0.0884
Trat/Variedad (V)	4 (5-1)	78.52078000	19.63019500	**	47.29	<.0001
BLOQUES	4 (5-1)	3.00010000	0.75002500	n.s	1.81	0.1489
Interacción (DXV)	4 (4x1)	0.91853200	0.22963300	n.s	0.55	0.6979
Error experimental	36(49-13)	14.94318000	0.41508833			
Total Combinado	49	98.65620000				
CV(%)	6 %					

B) EXPERIMENTO 2. (D2:20 cm)

TRAT/BLOQ.	BLOQUES					Totales	Promedio
	I	II	III	IV	V		
T1 –Pasankalla Inia	10.42	10.53	9.33	11.21	10.32	51.81	10.362
T2 –Salcedo Inia	11.23	12.44	11.24	12.37	12.13	59.41	11.882
T3 –Negra Collana	10.23	11.21	8.44	10.21	10.27	50.36	10.072
T4 -Blanca Junín	11.15	12.24	12.14	11.24	10.37	56.14	11.228
T5 - San Juan(t)	8.22	7.29	9.34	8.25	7.29	40.39	8.078

10.3244

E) PRUEBA DE DUNCAN

Densidad	Promedios	Duncan
D1	10.644	A
D2	10.324	B

F) PRUEBA DE DUNCAN

Orden	Trat/Variedad	Promedios	Duncan
1°	T2	12.09	A
2°	T4	11.50	B
3°	T1	10.46	C
4°	T3	10.07	C
5°	T5 (testigo)	8.47	D

Los tratamientos por la misma letra no presentan diferencias significativas.

4.4.2 ANÁLISES Y RESULTADOS DE COMPONENTES DE RENDIMIENTOS

▪ RENDIMIENTO DE GRANO SECO (Kg/Ha)

A. EXPERIMENTO 1

De acuerdo al Cuadro 32, se aprecia en general, que los rendimientos obtenidos han sido bastante altos, indicándonos que las condiciones en que se ha llevado el cultivo han sido bastante favorables. Los rendimientos promedios fluctúan 1,988.84kg y 2,613.94 kg/ha. correspondiente a los tratamientos T5 (t) y al T2 respectivamente, equivalente a un incremento del 31.4%.

Como: [1,988.84 es 100% y 625.10 será x] ➡ $625.10 \times 100 / 1,988.84 = 31.4\%$

$[2,613.94 - 1,988.84 = 625.10]$

En el Cuadro 32 del análisis de variancia indica que, aun nivel de significación 0.05, no existe diferencias significativas para bloques y variedades para el rendimiento, donde se desprende que las condiciones fueron homogéneas.

El coeficiente de variabilidad obtenido fue de 7.7%, el cual es considerado muy bueno y por lo mismo, según Calzada (1,982), los resultados son confiables indicando un buen manejo del campo experimental y una leve variación de la diferencia entre los tratamientos señalando una buena homogeneidad en la adquisición de datos. Todos los tratamientos superan en rendimiento al testigo, destacándose en 1er. lugar T2 con 2,613.94 kg/ha. a los tratamientos en orden decreciente y el rendimiento promedio para este experimento fue de 2,276.22 kg/ha.

Esto nos confirma que el peso de granos seco está asociado significativamente y en forma positiva con días a la floración, altura de planta y población de plantas a la cosecha como lo señala Robles (1,982).

B. EXPERIMENTO 2

Según el Cuadro 32, se aprecia que los rendimientos han sido bastante alto, los rendimientos promedios fluctúan entre 2,368.31 kg/ha y 2,900.31kg/ha, correspondiente a los tratamientos T5 (t) y T2, equivalente a un incremento del 22.4%.

Como: [2,368.31 es 100% y 532 será x] $\longrightarrow 532 \times 100 / 2,368.31 = 22.46\%$

$[2,900.31 - 2,368.31 = 532]$

El rendimiento de grano promedio fue de 2,618.21 kg/ha.

El Análisis de Variancia (Cuadro 32) y la prueba de Duncan indican que, un nivel de significación 0.05, no existe diferencias significativas para bloque y variedades de rendimiento, de donde se desprende que las condiciones fueron homogéneas.

El Coeficiente de Variabilidad obtenido fue de 8.6% el cual es considerado muy bueno y por lo mismo, los resultados según Calzada (1982), son confiables indicando un buen manejo del campo experimental entre los tratamientos señalando una homogeneidad en la adquisición de datos.

Todos los tratamientos superan en rendimiento al testigo, destacándose en 1er.lugar T2 con 2,900.31kg/ha. los tratamientos en orden decreciente y el rendimiento promedio para este experimento fue de 2,618.21 kg/ha. , encontrándose este rendimiento por encima del promedio anual, según datos del Ministerio de agricultura MINAG (2014).

Esto nos confirma que, altas densidades de siembra en el cultivo de quinua producía menor número de ramas y granos más pequeños, pero daban lo más altos rendimientos hasta cierto límite como lo señala Appadurri (1,976).

C. DEL ANVA COMBINADO (DDxVV)

El Cuadro 32, se aprecia que los rendimientos fluctúan entre 2,178.575 kg/ha y 2,757.125kg/ha, correspondiente a los tratamientos T5 (testigo) y T2 respectivamente, equivalente a un incremento de 26.5%.

Como: $[2,178.575 \text{ es } 100\% \text{ y } 578.55 \text{ será } x] \Rightarrow 578.55 \times 100 / 2,178.575 = 26.56\%$

$[2,757.125 - 2,178.575 = 578.55]$

El ANVA Combinado del Experimento 1 y 2 (Cuadro 32) y la prueba de Duncan indica que, a un nivel de significación 0,05, se encontró en su fuente de variación altamente significativo para densidades, variedades y no existe diferencia significativa para interacción densidad x variedad (DxV) y bloques entre los tratamientos de rendimiento de grano seco, de donde se desprende que las condiciones fueron homogéneas.

Al realizar la prueba de Duncan, con un nivel de significación 0.05 (Cuadro 32), se corrobora lo hallado en el ANVA Combinado; se observa en T2 ocupa el 1er.lugar con 2,757.125 kg/ha. y es diferente de los demás tratamientos estadísticos, y se observa los tratamiento superan al testigo (T5).

El Coeficiente de Variabilidad obtenido fue de 8% al cual es considerado bueno y los resultados según Calzada (1,982) son confiables, indicando un buen manejo del campo experimental.

Finalmente diremos que los resultados obtenidos podemos afirmar que alta densidad por el número de plantas podemos obtener mayor rendimiento.

La explicación de este comportamiento, podría hallarse estos resultados corrobora lo dicho por Saray y Ugaz (1,989) que el uso de la densidad óptima de siembra es aquella que permite obtener el más alto rendimiento por unidad de área y que produzcas mayor ingreso económico neto.

Figuras 44, 45, 46 y 47. Rendimiento de las variedades de quinuas



Variedad Salcedo INIA



Variedad Pasankalla INIA

Fuente: Edgar Espinoza M. Lugar : Ocros, Ancash



Variedad Blanca Junín



Variedad. Negra Collana

Fuente: Edgar Espinoza M. Lugar: Angaraes, Huancavelica

Cuadro 32.
RESULTADOS PROMEDIOS EVALUADAS DE RENDIMIENTO/HECTAREA DEL EXPERIMENTO DE QUINUA

Ocros, Ancash

A) EXPERIMENTO 1. (D1:25 cm)

TRAT/BLOQ.	BLOQUES					Totales	Promedio
	I	II	III	IV	V		
T1 - Pasankalla	2,214.60	2,120.50	2,520.40	2,614.40	2,214.40	11,684.30	2,336.86
T2 – Salcedo INIA	2,480.30	2,713.50	2,721.30	2,344.30	2,810.30	13,069.70	2,613.94
T3 - N.Collana	2,113.30	2,213.30	1,935.20	2,264.30	1,913.30	10,439.40	2,087.88
T4 - Blanca Junín	2,416.40	2,444.10	2,412.30	2,351.30	2,416.40	12,040.50	2,408.10
T5 - San Juan(t)	1,925.24	2,035.30	1,727.34	2,121.32	1,862.34	7,944.20	1,988.84

2,276.22

B) EXPERIMENTO 2. (D2:20 cm)

TRAT/BLOQ.	BLOQUES					Totales	Promedio
	I	II	III	IV	V		
T1 -Pasankalla	2,614.62	2,720.52	2,520.52	2,714.42	2,614.45	13,184.34	2,636.87
T2 –Salcedo INIA	2,580.30	2,774.50	3,123.14	3,213.33	2,810.30	14,501.57	2,900.31
T3 -N.Collana	2,513.30	2,713.30	2,435.20	2,264.30	2,413.30	12,339.40	2,467.88
T4 -Blanca Junín	2,616.40	2,544.10	2,712.30	2,751.30	2,964.40	13,588.50	2,717.70
T5 - San Juan(t)	2,125.24	2,335.30	1,927.34	2,621.32	2,832.34	11,841.54	2,368.31

2,618.21

C) ANALISIS DE VARIANCIA: Resultados de la Densidad 1.

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Signif. Est.	Fcal.	Pr > F
Trat/Variedad (V)	4	1437500.569	359375.142	n.s	11.59	0.0001
BLOQUES (B)	4	40957.116	10239.279	n.s	0.33	0.88537
ERROR	16	496312.503	31019.531			
TOTAL	24	1974770.187				
CV(%)	7.7%					

E) PRUEBA DE DUNCAN

Densidad	Promedios	Duncan
D1	2,276.22	A
D2	2,618.21	B

D) ANALISIS DE VARIANCIA : Resultados de la Densidad 2.

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Signif. Est.	Fcal.	Pr > F
Trat/Variedad (V)	4	830708.7515	207677.1879	n.s	4.07	0.0183
BLOQUES (B)	4	192220.4205	48055.1051	n.s	0.94	0.4651
ERROR	16	0816237.555	51014.847			
TOTAL	24	1839166.727				
CV(%)	8.6%					

* Significativo al nivel de 0.05

**Altamente significativo al nivel de 0.01

E) ANALISIS DE VARIANCIA COMBINADO (DD x VV)

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Signif. Est.	Fcal.	Pr > F
DENSIDAD (D)	1 (2-1)	1462084.200	1462084.200	**	37.35	< .0001
Trat/Variedad (V)	4 (5-1)	2272373.120	568093.280	**	14.51	< .0001
BLOQUES	4 (5-1)	173756.874	43439.219	n.s	1.11	0.3670
Interacción (DXV)	4 (4x1)	39530.375	9882.594	n.s	0.25	0.9063
Error experimental	36 (49-13)	1409198.705	39144.408			
Total Combinado	49	5356943.274				
CV(%)	8%					

F) PRUEBA DE DUNCAN

Orden de Mérito	Trat/Variedad	Promedios	Duncan
1°	T2	2,757.12	A
2°	T4	2,562.90	A
3°	T1	2,486.86	B
4°	T3	2,277.88	B
5°	T5 (testigo)	2,178.57	C

Los tratamientos por la misma letra no presentan diferencias significativas.

▪ ANALISIS Y RESULTADOS DEL PESO SECO DE 1000 GRANOS DE QUINUA (g).

A. EXPERIMENTO 1

El Cuadro 33, nos indica que, el peso de 1000 granos fluctúan entre 2.43g. y 3.31g. correspondientes a los tratamiento T5(t) y T2 respectivamente, equivalente a un incremento del 36 %. El peso de 1000 semillas promedio fue de 2.87g. determinándose el tamaño de grano como mediano según las normas registradas para la clasificación de grano de la quinua.

Como: [2.43 es 100% y 0.88 será x] $\Rightarrow 0.88 \times 100 / 2.43 = 36\%$

$(3.31 - 2.43 = 0.88)$

El Análisis de Variancia Cuadro 33 y la Prueba de Duncan indican que, a un nivel de significación 0.05, existen diferencias significativas para variedades entre tratamientos para peso de 1000 semillas, y no existe diferencias significativas bloque, de donde se desprende que las condiciones de estos fueron homogéneas.

El Coeficiente de Variabilidad obtenido fue de 5.7% el cual es considerado muy bueno y por lo tanto. Según Calzada (1,982), los resultados son confiables, indicando un buen manejo del campo experimental y una leve variación de la diferencia entre los tratamientos señalando una buena homogeneidad en la adquisición de datos.

Todos los tratamientos superan en el peso de 1000 semillas al testigo, destacándose en 1er.lugar T2 con 3.31 g. a los tratamientos en orden decreciente y el peso de 1000 semillas promedio para este experimento fue de 2.87g. Por los resultados obtenidos nos indican que las variedades no tuvieron mayor efecto sobre el tamaño de grano, corroborando con lo señalado por Fernández (1,990) concluye que al evaluar los efectos de densidades de siembra la altura de panoja por planta y el peso de 1000 semillas se mantuvieron constante.

El peso promedio de 1000 semillas obtenido para este experimento: señalado por Camarena (1994), que el peso de 1000 semillas no era aparentemente importante como factor de la producción siempre los

valores para otro componente de rendimiento como altura de panoja por planta y el peso de granos, lo cual se obtuvo en este experimento.

B. EXPERIMENTO 2

De acuerdo al Cuadro 33, el peso de 1000 semillas fluctúa entre 2.39g y 3.29 g. correspondiente a los tratamientos T5 y T2 respectivamente a un incremento del 37.6%.

Como: [2.39 es 100% y 0.90 será x] $\Rightarrow 0.90 \times 100 / 2.39 = 37.6\%$

$$(3.29 - 2.39 = 0.90)$$

El Análisis de Variancia (Cuadro 33) y la Prueba de Duncan indican que, a un nivel de significación 0.05, para bloques existe diferencias significativas, no se halló diferencia significativas para variedades entre tratamientos para la característica de peso de 1000 semillas y de donde se desprende que las condiciones de estos fueron homogéneas.

El Coeficiente de Variabilidad obtenido fue de 5.9% el cual es considerado muy bueno y por lo mismo, según Calzada (1,982) los resultados son confiables, indicando un buen manejo del campo experimental y una leve variación de la diferencia entre los tratamientos, con lo cual se ha tenido una buena homogeneidad en la adquisición de los datos.

Todos los tratamientos superan en peso de 1000 semillas al testigo, destacándose en 1er.lugar T2 con 3.29g. a los tratamientos en orden decrecientes y el peso de 1000 semillas promedio para este experimento fue de 2.85g.

Por lo expuesto se puede inferir que mayor densidad de plantas, no tuvo efecto sobre el peso de 1000 semillas, los motivos serían los mismos que se han explicado para el Experimento 1.

C. DEL ANVA CONBINADO

Según el Cuadro 33, nos indica que, el peso de 1000 semillas fluctúa ente 37.13 y 40.70 g. correspondientes a los tratamientos T5(t) y T2 respectivamente, equivalente a un incremento del 9.59%.

Como: [8.67 es 100% y 3.64 será x] $\Rightarrow 3.64 \times 100 / 8.67 = 41.98\%$

$$(12.31 - 8.67 = 3.64)$$

EL ANVA combinado del Experimento 1 y 2 (Cuadro 33) y la Prueba de Duncan indican que, a un nivel de significación 0.05, para variedades existe diferencia significativo entre tratamientos para la característica en el peso de 1000 semillas y no se halló diferencias significativas para densidades, bloques, interacción (DxV), donde se desprende que las condiciones de estos fueron homogéneas.

Al realizar la Prueba de Duncan con un nivel de significación 0.05, se corrobora lo hallado en el ANVA Combinado, se observa en T2 ocupa el 1er.lugar con 3.24 g. es diferente de los demás tratamientos estadísticos y se observa los tratamiento superan al testigo (T5).

El Coeficiente de Variable obtenido fue de 5.8% el cual es considerado muy bueno y por lo mismo, Según Calzada (1,982), los resultados son confiables.

Por lo expuesto podemos concluir, por constituirse el peso de 1000 semillas uno de los principales componentes de rendimiento, las causas de los resultados obtenidos serían las mismas que anteriormente ya explicados en el ANVA del rendimiento.

Esta tendencia ha sido corroborada por las investigaciones de Falcón (2,001), Fernández (1,990), menciona que el peso promedio de 1000 semillas debe considerarse relativamente estable.

Cuadro 33.

RESULTADOS PROMEDIOS EVALUADAS DE PESO DE 1000 GRANOS/PARCELA DEL EXPERIMENTO DE QUINUA.

Ocos, Ancash

A) EXPERIMENTO 1. (D1:25 cm)

TRAT/BLOQ.	BLOQUES					Totales	Promedio
	I	II	III	IV	V		
T1 -Pasankalla	3.00	2.90	3.00	2.80	3.00	14.70	2.94
T2 -Salcedo	3.50	2.80	3.45	3.36	3.42	16.53	3.31
T3 -N.Collana	2.40	2.46	2.50	2.47	2.50	12.33	2.47
T4 -Blanca Junín	2.94	2.96	3.50	3.50	3.20	16.10	3.22
T5 - San Juan(t)	2.50	2.25	2.45	2.50	2.46	12.16	2.43

2.87

B) EXPERIMENTO 2. (D2:20 cm)

B) TRAT/BLOQ.	BLOQUES					Totales	Promedio
	I	II	III	IV	V		
T1 -Pasankalla	3.25	2.71	2.93	2.81	2.95	14.65	2.93
T2 -Salcedo	3.42	2.85	3.43	3.34	3.41	16.45	3.29
T3 -N.Collana	2.39	2.44	2.47	2.45	2.50	12.25	2.45
T4 -Blanca Junín	2.93	2.92	3.62	3.33	3.15	15.95	3.19
T5 - San Juan(t)	2.50	2.15	2.42	2.45	2.43	11.95	2.39

2.85

C) ANALISIS DE VARIANCIA: Resultados de la Densidad 1

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Signif. Est.	Fcal.	Pr > F
Trat/Variedad (V)	4	3.36256400	0.640646000	**	30.77	<.0001
BLOQUES (B)	4	0.27866400	0.06966600	n.s	2.55	0.1945
ERROR	16	0.43705600	0.02731600			
TOTAL	24	4.07830400				
CV(%)	5.7%					

E) PRUEBA DE DUNCAN

Densidad	Promedios	Duncan
D1	2.87	A
D2	2.85	B

D) ANALISIS DE VARIANCIA: Resultados de la Densidad 2

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Signif. Est.	Fcal.	Pr > F
Trat/Variedad (V)	4	3.43600000	0.859000000	**	29.61	<.0001
BLOQUES (B)	4	0.37748000	0.09437000	n.s.	3.25	0.393
ERROR	16	0.46412000	0.02900750			
TOTAL	24	4.27760000				
CV(%)	5.9%					

* Significativo al nivel de 0.05

**Altamente significativo al nivel de 0.01

F) PRUEBA DE DUNCAN

Orden	Trat/Variedad	Promedios	Duncan
1°	T2	3.24	A
2°	T4	3.20	A
3°	T1	2.93	B
4°	T3	2.45	C
5°	T5 (t)	2.41	C

E) ANALISIS DE VARIANCIA COMBINADO (DD X VV)

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Signif. Est.	Fcal.	Pr > F
DENSIDAD (D)	1 (2-1)	0.00649800	0.00649800	n.s	0.26	0.6161
Trat/Variedad (V)	4 (5-1)	6.79689200	1.69922300	**	66.91	<.0001
BLOQUES	4 (5-1)	0.64309200	0.16077300	n.s	6.33	0.0006
Interacción (DXV)	4 (4x1)	0.00169200	0.00042300	n.s	0.02	0.9994
Error experimental	36 (49-13)	0.91422800	0.02539522			
Total Combinado	49	8.36240200				
CV(%)	5.5%					

Los tratamientos por la misma letra no presentan diferencias

n.s: estadísticamente no diferencias significativas entre tratamientos.

4.5 ANÁLISIS ECONÓMICO DEL CULTIVO DE QUNUA PARA LA REGIÓN ANCASH

▪ **EXPERIMENTO 1 (D1:25cm)**

Se efectuó el análisis económico correspondiente de los resultados del experimento D1 (25cm) en base a los datos del cuadro 39 respectivos. Con los rendimientos obtenidos en cada tratamiento y su respectivo costo de producción para cada uno de ellos, se realizó un análisis económico con la finalidad de determinar su rentabilidad.

El índice de rentabilidad se obtuvo relacionando la utilidad neta con respecto a su costo VBP expresado en porcentaje, indicando la tasa de ganancia que se tiene por unidad de inversión en el costo de producción, es decir, que por cada 100 dólares invertidos se obtiene cierta cantidad de ganancia (el valor dado en porcentaje); la rentabilidad disminuye con la densidad de plantas a 71.9 % en relación con la D2 (20cm).

▪ **EXPERIMENTO 2 (D2:20cm)**

Se efectuó el análisis económico correspondiente de los resultados del experimento D2 (20cm) en base a los datos del cuadro 40 respectivos. Con los rendimientos obtenidos en cada tratamiento y su respectivo costo de producción para cada uno de ellos, se realizó un análisis económico con la finalidad de determinar su rentabilidad.

El índice de rentabilidad se obtuvo relacionando la utilidad neta con respecto a su costo VBP expresado en porcentaje, indicando la tasa de ganancia que se tiene por unidad de inversión en el costo de producción, es decir, que por cada 100 dólares invertidos se obtiene cierta cantidad de ganancia; la rentabilidad aumenta con la densidad de plantas a 75.6% .

Finalmente, se tomó como referencia el rendimiento más alto obtenido en el ensayo conjuntamente con el tratamiento bajo 75.6%.

4.5.1 ANÁLISIS ECONÓMICO EN BASE A LOS COSTOS

El análisis económico se realizó en base a los costos directos e indirectos, según la duración del periodo vegetativo del cultivo de quinua en estudio:

1°. Con los rendimientos de cada variedad de quinua y los costos de producción que demandaron, se realizó el análisis económico con la finalidad de determinar las rentabilidades por hectárea.

Luego de hacer una comparación entre variedades, se determinó cuáles son las más factibles para la siembra, en base al rendimiento económico.

2°. El índice de rentabilidad se obtuvo relacionando la utilidad neta con respecto a su costo de producción, expresado en porcentaje.

Esto indica la tasa de ganancia que se obtiene por unidad de inversión en el costo de producción, es decir, la ganancia que se obtiene por cada nuevo sol o dólar que se invierte.

3°. El análisis económico proporciona el único parámetro que se puede considerar para la selección de nuevas variedades de quinua.

No obstante, existen otros parámetros: variedades precoces (Pasankalla INIA y Negra Collana), nivel de rendimiento y grado de resistencia a plagas y enfermedades, entre los más importantes — para el cultivo de la quinua frente al cambio climático—.

4.5.2 ANÁLISIS DE CALIDAD COMERCIAL DE GRANO DE QUINUA

Se clasificaron los granos secos después de la trilla, en base sobre todo al color ideal preferido por el consumidor local, como es el caso de la quinua roja, quinua negra y blanca:

1. Se puede observar que los granos de las variedades en estudio tuvieron buena sanidad y fueron mínimamente afectados por la enfermedad de mildiú.

2. El grano se clasificó en tres tamaños: grande, mediano y pequeño; aunque predomina el tamaño mediano, siendo T2 y T4 de grano mediano a grande.
3. La variedad T2 y el testigo T5 presentaron ligero brillo en el grano.
4. Por otro lado, la forma ovoide se presentó con mayor frecuencia en las variedades estudiadas.
5. En resumen, se trató de definir la aptitud comercial del material ensayado para el mercado local, pudiéndose concluir que las variedades sobresalientes satisfacen o superan las exigencias del mercado.

Figura 48. Calidad de grano de quinua (Ancash)

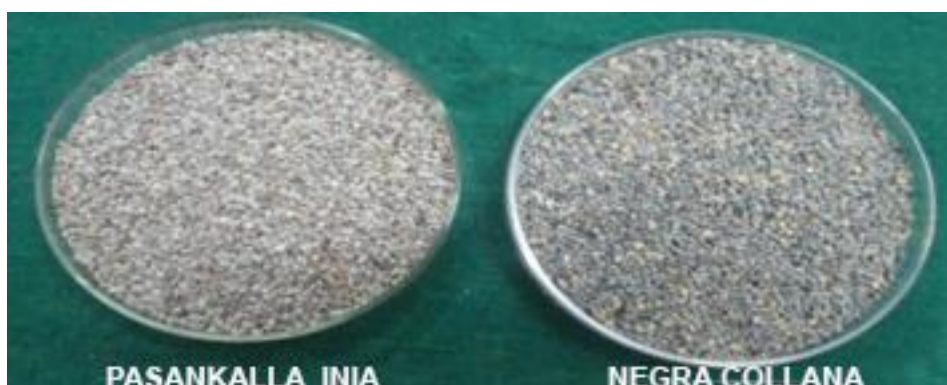


Figura 49, Calidad de grano de quinua (Huancavelica)



Fuente: Edgar Espinoza M.

Lugar: Huancavelica

CONCLUSIONES

En base a los resultados y las discusiones y en concordancia con los objetivos se concluye que:

1. La variedad de quinua Salcedo INIA, en el periodo experimental mostró una mejor adaptación al cambio climático y la variedad San Juan (testigo) tuvo un menor nivel de adaptación al cambio climático, tanto en Áncash como en y Huancavelica.
2. En ambas regiones la variedad que mostró las mejores características biométricas (altura de planta, altura de panoja y número de ramas) fue la variedad Salcedo INIA y la que mostró menores valores fue la variedad San Juan.
3. Los mayores valores de los componentes de rendimiento (peso seco de 1000 semillas) se obtuvieron de la variedad Salcedo INIA y la que evidenció menores valores para esta variable fue la variedad San Juan resultados similares en ambas regiones.
4. Las mejores variables identificadas para evaluar el cambio climático en cultivo de la quinua fueron las características agronómicas como altura de planta, altura de panoja, número de ramas, días de floración y días de cosecha.
5. En la quinua, los estados fenológicos más sensibles al cambio climático son la etapa de floración de la planta y la etapa del grano lechoso. La primera es afectada por las heladas y granizadas, y la segunda es afectada por la falta de lluvia (déficit hídrico) en el rendimiento y calidad de grano.

RECOMENDACIONES

En cuanto a los resultados y discusiones, se recomienda:

1. Continuar realizando experimentos con mayores números de variedades de quinua en diferentes localidades en otras regiones del país.
2. Se recomienda sembrar la variedad Salcedo INIA por su alto rendimiento y calidad de grano a una densidad de 20 cm entre planta y 80 cm entre surcos y en diferentes localidades del país.
3. Ensayar la variedad Salcedo INIA con diferentes densidades de siembra, con niveles de abonamiento orgánico, y en distintas épocas de siembra a fin de elevar el rendimiento que posee el cultivo de quinua.
4. Para futuras investigaciones se requiere emplear métodos de mejoramiento genético combinados con la biotecnología para la variedad de quinua Salcedo INIA para elevar su rendimiento y calidad de grano frente a los cambios climáticos.
5. Obtención de variedades de quinuas y resistentes a heladas para la adaptación al cambio climático.
6. Finalmente, se encontró el más alto índice de rentabilidad con la variedad Salcedo INIA por tener mayor densidad de plantas (con 20 cm. entre planta).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Adams,R., Hurd,B., and Reailly. J. (1999). Ariview of impacts to U,S agricultural resources prepared para el Pew center on Global Climate Hange.
2. Ahamed, T., R. Singhal, P. Kulkarni & M. Pal.(1998). A lesser-known grain, *Chenopodium quinoa*: review of the chemical composition of its edible parts. Food and Nutrition Bulletin. Vol. 19. No.1. The United Nations University
3. Altieri, M., and Nicholls, C. (2009).Cambio Climático y Agricultura Campesina: Impactos y respuestas adaptativas. Leisa Revista de agroecología.
4. Appadurri, R (1976). Efect of spaning and leef journal agriculture science 37.
5. Astudillo, D. (2007). An Evaluation of the role of quinoa in the livelihoods of the households in the Southern Bolivian Altiplano: a Case Study in the Municipalities of Salinas and Colcha K. Rome: Bioversity International & Fundación PROINPA.
6. Bates, B.C., Z.W. Kundzewicz, S. Wu y J.P. Palutikof, Eds., (2008).El Cambio Climático y el Agua. Documento técnico del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Secretaría del IPCC, Ginebra, 224 págs
7. Benites, Ramos. (2014). Riego, MINAGRI .Lima, Perú
8. Calzada, B.(1992). Métodos Estadísticos, UNALM. Lima, Perú.
9. Camarena, F. (1994). Producción y manejo de semilla de frijol. UNALM. Lima, Perú.
- 10.Canahua Murillo, A. y Mujica Sánchez, A. (2013). Quinoa: Presente y futuro. UNA Puno. Lima, Perú.

11. Collando, V.(1972).Estudio de la densidad de siembra del frijol. UNALM. Lima, Perú.
12. Consejo Nacional Del Ambiente (CONAM).(1999).Contaminación Ambiental, Impacto Ambiental. Perú
13. Dupvis, Land Dumas, C.(1990). Influence of temperature stress on in vitro fertilization and heat shock protein synthesis in maize (*Zea mays* L.) reproductive systems. *Plant Physiol.* 94: 665 - 670.
14. Elgegren. FAO.(2012).Diagnóstico y desafíos de la seguridad alimentaria en el mundo. Lima, Perú.
15. Espinoza E.(2009). Cultivos Andinos. Editorial Ramírez. Lima, Perú. 250p.
16. Falcón, J.(2001). Efecto de densidad de siembra del frijol. UNALM. Lima, Perú.
17. FAO. (2001). Quinoa ancestral cultivo andino, alimento del presente y del futuro. Santiago de Chile.
18. Faostat, E.(2011). Quinoa production was in Peru, Bolivia y Ecuador.
19. FERNÁNDEZ, E. (1995). Ensayo de Híbridos en el Frijol. UNALM. Lima, Perú.
20. Fonseca, A.E .Andwestgate, M.E.(2005).Relationship between desiccation and viability of maize pollen. *Field Crops Res.*, 94:114-125.
21. García, M. (1999). Análisis del comportamiento hídrico de dos variedades de quinua frente a la sequía. La Paz, Bolivia (UMSA).126 p.
22. Ghosh,S. C., Asanuma, K., Kusutani, A.(2000). effects of temperature at different growth stages on nonstructural carbohydrate, nitrate reductase activity and yield of potato. *Environ.Control Biol.*, 38: 197 - 206.

23. Gonzales,M.(1999) Balance de agua y respuestas a factores de estrés. España.
24. Hatfield, J.L.,Boote, K.J., Kimball,BA., Ziska, A. M,andWolfe, D. W. (2011).Climate impacts on agriculture: implications for crop production. Agron. J., 103,351.
25. Herrera, N. y A. Faching. (1989). Contenido de ácidos grasos en alimentos de mayor consumo en el Perú. Instituto Nacional de Nutrición. Lima, Perú.
26. Houghton,T. (1992). Estudio del Cambio Climático. Valle Mantaro. Observatorio de Huancayo, Perú.
27. IICA. (2005). Manual de Producción de Quinoa de calidad en el Ecuador.
28. INEI. (2013). Volumen exportado de quinoa, evolución nacional. Perú.
29. INIA (2013). Aminoácidos de la quinoa. Perú
30. Intergubernamental de Cambio Climático (ICC). (2007a). Informe del Grupo Gubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC).
31. _____.(2007b).Impacts, Adaptation and Vulnerability.Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge.
32. IPCC.(2000).Escenario de emisiones, continents y océanos.Brasil.
33. IPCH (2007).El Cambio Climático y el agua. Grupo de trabajo del IPCC. Ginebra.
34. Jacobsen, S., Mujica, A.Jensen,C.(2003).The resistance of quinoa to adverse abiotic factors. Food Rev.Int. 99-109.
35. Jones, R.J., Ouattar, S.,and Crookston, R.K. (1984).Thermal environment during endosperm cell division and grain filling in maize: Effects on kernel growth and development *in vitro*.Crop Sci., 24: 133 - 137.

36. Kent, N. (1983). Technology of Cereals. Third Edition. Pergamon Press. Oxford, New York.
37. Kimball, B.A., Morris, C.E., Pinter, P.J., Jr., Wall, G.W., Hunsaker, D.J., Adamsen. (2001). Elevated CO₂, drought and soil nitrogen effects on wheat grain quality. *New Phytol.*, 150: 295 - 303.
38. Lapeyre, B. (1999). Evaluación Técnico. Económica de la Siembra de 8 Variedades de Frijoles. UNALM. Lima, Perú.
39. Loayza, S. (1980). Efecto de la fijación de nitrógeno en tres densidades de siembra de frijol. UNALM. Lima, Perú.
40. Lobell, D.B., Schlenker, W. (2011). Climate trends and global crop production since 1980. *Science*, 333: 616 - 620.
41. Luo, H. (2010). Ecosistema y ordenación. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP)
42. Manders, A. (2010). Emisión del CO₂, salud y seguridad.
43. Manrique, S. (1980). Evaluación de 20 generaciones de Frijol. UNALM. Lima, Perú
44. MINAG. (2009 a). Adaptación al Cambio Climático. Lima, Perú
45. _____ (2014 b). Granos Andinos. Lima, Perú
46. Morgan, J.A. (2002). Looking beneath the surface. *Science*, 298, 1903-1904.
47. Mujica, A., Izquierdo y Pyerre (1996). Origen y descripción de la quinua-Cultivos Andinos-FAO
48. Mujica, A., Canahua, R. Saravia. (1989). Fenología de la quinua-Cultivos Andinos-FAO..

49. National Geographic.(2010). Causas y cambio climático. España.
50. Rahmstorf, S. (2006). Thermohaline Ocean Circulation, in S.A.
51. Ramos,M. (2000). Comportamiento de dos variedades de quinua bajo riego diferenciado por fases fenológicas en el Antiplano. La Paz, Bolivia.
52. Robles, D. (1982).Evaluación de cultivares de frijol.UNALM.Lima,Perú.
53. Ruiz,V. (1981). Evaluación del rendimiento del frijol .UNALM.Lima,Perú.
54. Sanabria J. (2012). Impacto de la variabilidad y cambio climático en la agricultura peruana. SENAMHI, Perú.
55. Sánchez, D., Aguirreola.(1993).Estudio agronómico y adaptación al déficit hídrico de plantas jóvenes. Cartagena.
56. Saray, S; Ugaz,C.(1989). Olericultura General. UNALM. Lima, Perú.
57. Sato, S. (2006). The effects of moderately elevated temperature stress due to global warming on the yield and the male reproductive development of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill).*Hortic.Res.*,60: 85 - 89.
58. Schlenker,W. And Roberts, M.J. (2004).Nonlinear temperature effects indicate severe damages to U.S. crop yields under climate change. *Proc. Natl. Acad. Sci.USA* 106, 5594 - 5598.
59. SENAMHI.(2014).Escenario de Cambio Climático en el Perú al 2050. Cuenca del Río Piura.
60. Tapia, M.Y Fries, A. (2007). Guía de campo de los Cultivos Andinos. FAO.
61. Will, Alan. (1992). Condiciones del suelo y desarrollo de plantas según Russell, Mundi, Prensa.
62. Zapata, Caldas. (2010). Impacto en el Clima en Sistemas Productivos Alto-Andinos. CIAT, Colombia.

PAGINAS WEB Y ENLACES

<https://www.ipcc.ch/pdf/technical-papers/ccw/climate-change-water-sp.pdf>

<http://www.fao.org/3/a-i2800s.pdf>

<http://www.ign.gob.pe/index.php?PG=Nomenclatorp&OPC=21&paginasok=35>

http://biblioteca.itson.mx/oa/educacion/oa13/hipotesis_y_objetivos_de_investigacion/index.htm

http://www.prospectiva2020.com/sites/default/files/report/files/83_i2020_perspectivas_2015_balance2014_lima_0.pdf

<http://www.congresomundialquinua.com.ec/>

<http://cotap.org/cambio-climatico/?gclid=CNmgrPmt7rgCFepZ7AodPEQAYg>

<http://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/volumen-exportado-de-quinua-crecio-710-7455/>

www.inia.gob.pe/cultivosandinos/resumen.htm -

<http://www.minam.gob.pe/cambioclimatico/por-que-el-peru-es-el-tercer-pais-mas-vulnerable-al-cambio-climatico/>

http://www.sigpad.gov.co/sigpad/archivos/ABC_Cambio_Climatico.pdf

<http://www.slideshare.net/ciatdapa/emmanuel-zc-evaluacin-del-impacto-de-cc-sobre-cultivos-andinos>

<http://www.slideshare.net/ciatdapa/impacto-del-clima-en-sistemas-productivos-altoandinos>

http://www.condesan.org/publicacion/Libro03/cap8_1.htm

ANEXOS:

Lista de cuadros

Cuadro 34.

107

RESULTADOS PROMEDIOS EVALUADAS DE LA FLORACIÓN DE PLANTA/PARCELA DE QUINUA

A) EXPERIMENTO 1. (D1:25 cm)

Ocros, Ancash

B) EXPERIMENTO 2. (D2:20 cm)

TRAT/BLOQ.	BLOQUES					Totales	Promedio
	I	II	III	IV	V		
T1 -Pasankalla	72	65	88	81	69	375	75
T2 -Salcedo	80	87	75	90	83	430	83
T3 -N.Collana	65	72	80	75	68	360	72
T4 -Blanca Junín	88	86	79	95	77	430	85
T5 - San Juan (t)	87	88	89	96	75	435	87

80.4

TRAT/BLOQ.	BLOQUES					Totales	Promedio
	I	II	III	IV	V		
T1 -Pasankalla	71	63	85	86	70	375	75
T2 -Salcedo	85	87	82	90	86	430	86
T3 -N.Collana	65	72	80	75	68	360	72
T4 -Blanca Junín	87	85	89	92	77	430	86
T5 - San Juan (t)	84	89	91	96	75	435	87

81.2

C) ANALISIS DE VARIANCIA : Resultados de la Densidad 1.

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Signif. Est.	Fcal.	Pr > F
Trat/Variedad (V)	4	856.0000000	214.0000000	n.s	5.69	0.0048
BLOQUES (B)	4	464.4000000	116.1000000	n.s	3.09	0.0462
ERROR	16	0.23953600	0.01149710			
TOTAL	24	1922.0000000				
CV(%)	7.6%					

E) PRUEBA DE DUNCAN

Densidad	Promedios	Duncan
D1	80.4	A
D2	81.2	B

D) ANALISIS DE VARIANCIA: Resultados de la Densidad 2.

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Signif. Est.	Fcal.	Pr > F
Trat/Variedad (V)	4	1014.0000000	253.5000000	n.s	9.78	0.0003
BLOQUES (B)	4	545.2000000	136.3000000	n.s	5.26	0.0067
ERROR	16	414.8000000	25.9250000			
TOTAL	24	1974.0000000				
CV(%)	6.2%					

* Significativo al nivel de 0.05

**Altamente significativo al nivel de 0.01

F) PRUEBA DE DUNCAN

Orden	Trat/Variedad	Promedios	Duncan
1°	T2	84.50	A
2°	T4	85.50	A
3°	T1	75.00	B
4°	T3	72.00	C
5°	T4 (testigo)	87.00	C

E) ANALISIS DE VARIANCIA COMBINADO (DD X VV)

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Signif. Est.	Fcal.	Pr > F
DENSIDAD (D)	1 (2-1)	4.5000000	4.5000000	n.s	0.16	0.6934
Trat/Variedad (V)	4 (5-1)	1818.0000000	454.5000000	**	15.95	<.0001
BLOQUES	4 (5-1)	990.2000000	247.5500000	**	8.69	<.0001
Interacción (DXV)	4 (4x1)	8.0000000	2.0000000	n.s	0.07	0.9906
Error experimental	36 (49-13)	1025.8000000	28.4944444			
Total Combinado	49	3846.5000000				
CV(%)	6.6%					

Los tratamientos por la misma letra no presentan diferencias significativas.

Cuadro 35.

RESULTADOS PROMEDIOS EVALUADAS DE RENDIMIENTO KG/PARCELA DEL EXPERIMENTO DE QUINUA

A) EXPERIMENTO 1. (D1:25 cm)

Ocos, Ancash

B) EXPERIMENTO 2. (D2:20 cm)

TRAT/BLOQ.	BLOQUES					Totales	Promedio
	I	II	III	IV	V		
T1 - Pasankalla	1.99	1.91	2.27	2.35	1.99	10.51	2.10
T2 – Salcedo INIA	2.23	2.40	2.45	2.11	2.53	11.72	2.34
T3 - N.Collana	1.90	1.99	1.74	2.04	1.71	9.59	1.92
T4 - Blanca Junín	2.17	2.20	2.17	2.14	2.17	10.85	2.17
T5 - San Juan(t)	1.73	1.83	1.55	1.91	1.68	8.70	1.74

TRAT/BLOQ.	BLOQUES					Totales	Promedio
	I	II	III	IV	V		
T1 -Pasankalla	2.35	2.45	2.27	2.44	2.35	11.86	2.372
T2 –Salcedo INIA	2.32	2.50	2.81	2.89	2.53	13.05	2.61
T3 -N.Collana	2.26	2.44	2.19	2.04	2.17	11.1	2.22
T4 -Blanca Junín	2.15	2.90	2.44	2.48	2.67	12.64	2.528
T5 - San Juan(t)	1.91	2.10	1.73	2.36	2.55	10.65	2.13

C) ANALISIS DE VARIANCIA: Resultados de la Densidad 1

2.05

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Signif. Est.	Fcal.	Pr > F
Trat/Variedad (V)	4	1.14925600	0.28731400	n.s	11.57	0.0001
BLOQUES (B)	4	0.03629600	0.00907400	n.s	0.37	0.8296
ERROR	16	0.39722400	0.02482650			
TOTAL	24	1.58277600				
CV(%)	7.6%					

E) PRUEBA DE DUNCAN

2.372

Densidad	Promedios	Duncan
D1	2.05	A
D2	2.372	B

D) ANALISIS DE VARIANCIA : Resultados de la Densidad 2

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Signif. Est.	Fcal.	Pr > F
Trat/Variedad (V)	4	0.81324000	0.20331000	n.s	4.18	0.0166
BLOQUES (B)	4	0.30096000	0.07524000	n.s	1.55	0.2362
ERROR	16	0.77800000	0.04862500			
TOTAL	24	1.89220000				
CV(%)	9.2%					

F) PRUEBA DE DUNCAN

Orden de Mérito	Trat/Variedad	Promedios	Duncan
1°	T2	2.4770	A
2°	T4	2.3490	A B
3°	T1	2.2370	B
4°	T3	2.0480	C
5°	T5 (t)	1.9350	C

* Significativo al nivel de 0.05

**Altamente significativo al nivel de 0.01

E) ANALISIS DE VARIANCIA COMBINADO (DD x VV)

Estadísticamente significativo al (**) y 0,05 (*)

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Signif. Est.	Fcal.	Pr > F
DENSIDAD (D)	1 (2-1)	1.32519200	1.32519200	**	37.20	<.0001
Trat/Variedad (V)	4 (5-1)	1.93204800	0.48301200	**	13.56	<.0001
BLOQUES	4 (5-1)	0.23006800	0.05751700	n.s	1.61	0.1917
Interacción (DXV)	4 (4x1)	0.03044800	0.00761200	n.s	0.21	0.9291
Error experimental	36 (49-13)	1.28241200	0.03562256			
Total Combinado	49	4.80016800				
CV(%)	8.5%					

Los tratamientos por la misma letra no presentan diferencias

Cuadro 36.

RESULTADOS PROMEDIOS EVALUADAS DE RENDIMIENTO/HECTAREA DEL EXPERIMENTO DE QUINUA

A) EXPERIMENTO 1. (D1:25 cm)

Angaraes, Huancavelica

B) EXPERIMENTO 2. (D2:20 cm)

TRAT/BLOQ.	BLOQUES					Totales	Promedio
	I	II	III	IV	V		
T1 - Pasankalla	2,225.23	2,120.23	2,515.11	2,613.14	2,254.12	11,727.83	2,345.57
T2 – Salcedo INIA	2,472.13	2,733.22	2,721.12	2,315.23	2,823.22	13,064.92	2,612.98
T3 - N. Collana	2,124.22	2,235.11	1,935.21	2,265.13	1,953.23	10,512.90	2,102.58
T4 - Blanca Junín	2,426.11	2,434.13	2,432.32	2,352.33	2,436.11	12,081.00	2,416.20
T5 - San Juan(t)	1,935.14	2,015.33	1,747.14	2,125.32	1,865.34	9,688.27	1,937.65

2,283.00

C) ANALISIS DE VARIANCIA: Resultados de la Densidad 1.

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Signif. Est.	Fcal.	Pr > F
Trat/Variedad (V)	4	0.82761600	0.20690400	**	20.92	<.0001
BLOQUES (B)	4	0.03293600	0.00823400	n.s	0.83	0.5241
ERROR	16	0.15826400	0.00989150			
TOTAL	24	1.01881600				
CV(%)	6.8%					

D) ANALISIS DE VARIANCIA: Resultados de la Densidad 2.

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Signif. Est.	Fcal.	Pr > F
Trat/Variedad (V)	4		166201.6402	n.s	5.50	0.0055
BLOQUES (B)	4		30549.8622	n.s	1.01	0.4306
ERROR	16		30198.226			
TOTAL	24					
CV(%)	6.95%					

* Significativo al nivel de 0.05

** Altamente significativo al nivel de 0.01

E) ANALISIS DE VARIANCIA COMBINADO (DD x vv)

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Signif. Est.	Fcal.	Pr > F
DENSIDAD (D)	1 (2-1)	589463.447	589463.447	**	19.87	<.0001
Trat/Variedad (V)	4 (5-1)	1909167.099	477291.775	**	16.09	<.0001
BLOQUES	4 (5-1)	73162.285	18290.571	n.s	0.62	0.6534
Interacción (DXV)	4 (4x1)	67446.309	41861.577	n.s	1.41	0.2499
Error experimental	36 (49-13)	1067727.468	29659.096			
Total Combinado	49	3806966.608				
CV(%)	7.2%					

TRAT/BLOQ.	BLOQUES					Totales	Promedio
	I	II	III	IV	V		
T1 -Pasankalla	2,515.21	2,728.24	2,675.13	2,611.11	2,610.11	13,139.80	2,627.96
T2 –Salcedo INIA	2,520.14	2,673.21	2,712.14	2,411.22	2,721.21	13,037.92	2,607.58
T3 -N.Collana	2,435.23	2,225.12	2,411.21	2,231.14	2,411.21	11,713.91	2,342.78
T4 -Blanca Junín	2,612.12	2,612.14	2,641.31	2,612.31	2,811.13	13,289.01	2,657.80
T5 - San Juan(t)	2,121.12	2,035.31	1,933.14	2,612.32	2,621.31	11,323.20	2,264.64

2,500.15

E) PRUEBA DE DUNCAN

Densidad	Promedios	Duncan
D1	2,283.00	A
D2	2,500.15	B

F) PRUEBA DE DUNCAN

Orden de Mérito	Trat/Variedad	Promedios	Duncan
1°	T2	2,610.28	A
2°	T4	2,537.00	A
3°	T1	2,486.76	A
4°	T3	2,222.68	B
5°	T5 (testigo)	2,101.15	B

Los tratamientos por la misma letra no presentan diferencias significativas.

Cuadro 37.

RESULTADOS PROMEDIOS EVALUADAS DE ALTURA DE PLANTA/PARCELA DEL EXPERIMENTO DE QUINUA

A) EXPERIMENTO 1. (D1:25cm)

Angaraes, Huancavelica

B) EXPERIMENTO 2. (D2:20cm)

TRAT/BLOQ.	BLOQUES					Totales	Promedio
	I	II	III	IV	V		
T1 -Pasankalla	1.51	1.32	1.42	1.21	1.52	6.98	1.40
T2 -Salcedo	1.82	1.61	1.71	1.75	1.62	8.51	1.70
T3 -N.Collana	1.25	1.32	1.41	1.23	1.44	6.65	1.33
T4 -Blanca Junín	1.63	1.52	1.62	1.72	1.64	8.13	1.63
T5 - San Juan(t)	1.07	1.23	1.33	1.24	1.22	6.09	1.22

1.45

TRAT/BLOQ.	BLOQUES					Totales	Promedio
	I	II	III	IV	V		
T1 -Pasankalla	1.55	1.30	1.44	1.31	1.54	7.14	1.43
T2 -Salcedo	1.77	1.63	1.67	1.74	1.72	8.53	1.71
T3 -N.Collana	1.27	1.34	1.42	1.33	1.46	6.82	1.36
T4 -Blanca Junín	1.61	1.51	1.64	1.76	1.74	8.26	1.65
T5 - San Juan(t)	1.20	1.27	1.23	1.43	1.32	6.45	1.29

1.49

C) ANALISIS DE VARIANCIA : Resultados de la Densidad 1.

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Signif. Est.	Fcal.	Pr > F
Trat/Variedad (V)	4	0.82761600	0.20690400	**	20.92	<.0001
BLOQUES (B)	4	0.03293600	0.00823400	n.s	0.83	
ERROR	16	0.15826400	0.00989150			
TOTAL	24	1.01881600				
CV(%)		6.8%				

E) PRUEBA DE DUNCAN

Densidad	Promedios	Duncan
D1	1.45	A
D2	1.49	B

D) ANALISIS DE VARIANCIA: Resultados de la Densidad 2.

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Signif. Est.	Fcal.	Pr > F
Trat/Variedad (V)	4	0.66300000	0.16575000	**	24.14	<.0001
BLOQUES (B)	4	0.05756000	0.01439000	n.s	2.10	0.1289
ERROR	16	0.10984000	0.00686500			
TOTAL	24	0.83040000				
CV(%)		5.5%				

F) PRUEBA DE DUNCAN

Orden	Trat/Variedad	Promedios	Duncan
1°	T2	1.70	A
2°	T4	1.63	A
3°	T1	1.41	B
4°	T3	1.34	B
5°	T5 (t)	1.25	C

* Significativo al nivel de 0.05

**Altamente significativo al nivel de 0.01

E) ANALISIS DE VARIANCIA COMBINADO (DD X VV)

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Signif. Est.	Fcal.	Pr > F
DENSIDAD (D)	1 (2-1)	0.01411200	0.01411200	n.s	1.78	0.1907
Trat/Variedad (V)	4 (5-1)	1.48458800	0.37114700	**	46.77	<.0001
BLOQUES	4 (5-1)	0.07290800	0.01822700	n.s	2.30	0.0779
Interacción (DXV)	4 (4x1)	0.00602800	0.00150700	n.s	0.19	0.9421
Error experimental	36 (49-13)	0.28569200	0.00793589			
Total Combinado	49	1.86332800				
CV(%)		6 %				

Los tratamientos por la misma letra no presentan diferencias significativas.

Cuadro 38.

Cronograma de actividades en la conducción del estudio de investigación

En el siguiente cuadro se describen las labores realizadas durante la conducción del presente experimento y su fecha correspondiente.

LABORES	FECHA
1. Preparación del terreno	05/setiembre/ 11
1. Siembra	15/setiembre/11
Emergencia de plántulas	25/ setiembre/11
2. Labores culturales	
Primera aplicación de insecticidas	10/octubre/11
Desahije	5/octubre/11
Aporque	20/octubre/11
Inicio de fertilización	25/octubre/11
2da.aplicacion de insecticidas	08/noviembre/11
Primeras 8 hojas	20/noviembre/11
Totales de hojas	05/diciembre/11
Final de fertilización	10/diciembre/11
Floración	25/diciembre/11
Aplicación de insecticida	30/diciembre/11
Floración femenina –polinización	15/enero/12
Formación de granos pequeños	25/enero/12
Toma de datos biométricos	05/febrero/12
Inicio de maduración	10/febrero/12
3. Cosecha	15/febrero/12

Mochila con capacidad de 20 litros.

Fuente: Elaborado, reformulado por Edgar Espinoza M.

- Financiamiento total de : US \$ 7,142.86 [1US \$:3.50]
- Duración : 04 años (2011 al 2015).

Cuadro 39.

COSTOS DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA DE CULTIVO DE QUINUA

Zona : Sierra - **DENSIDAD: D1 (25 cm)**
 Tecnología : Media 1US \$: 3.50
 Superficie : 1 Ha - Región: ANCASH
 Siembra : Setiembre 2012 - Cosecha: Febrero 2013

ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	Costo Unit. (US \$)	Costo Total US \$)
I. COSTOS DIRECTOS				
1. PREPARACIÓN DE TERRENO				205
-Limpieza de terreno	Jornal	3	15	45
-Arado y rastra	Yunta	6	20	120
-Surcado	Yunta	2	20	40
2. SIEMBRA				165
-Siembra y abono	Jornal	11	15	165
3. LABORES CULTURALES				360
- Fertilización	Jr.	2	15	30
- Deshierbo	Jr.	10	15	150
- Aporque y control fitosanitario	Jr.	12	15	180
4. INSUMOS				784.80
- Semilla certificada	Kg.	10	11.43	114.30
- Fertilizantes 160-120-80 NPK/Ha				
- Urea $\text{CO}_2(\text{NO}_2)_2$	50Kg.	7	28	196
- Superfosfato triple Ca.	50Kg.	5	29	145
- Cloruro de potasio CIK	50Kg.	3	28	84
- Agua de riego	M ³	240	0.54	130
- Pesticidas				
-Vitavax (Captan + Carboxin)	Kg.	1.5	5	7.5
- Polirtan DF (Metyran)	Kg.	0.5	6	3.0
- Ridomil Mz (M + M)	Kg.	2	9	18.0
- Materiales				
- Sacos	N°	15	3	45
- Hoz	N°	7	6	42
5. COSECHA				335
- Corte del follaje	Jr.	15	15	225
- Trilla y venteo	Jr.	5	15	75
- Ensacado	Jr.	3	15	45
TOTAL: COSTOS DIRECTOS				US \$. 1,849.80
II.COSTOS INDIRECTOS				
A. LEYES SOCIALES (18% de CD)				332.96
B.GASTOS ADMINISTRATIVOS (10% de Costos Directos)				184.90
C. IMPREVISTOS (10% de CD)				184.90
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				US \$702.76
TOTAL GENERAL				US \$ 2,552.56
III. Valor de la cosecha Quinua (grano limpio)	UNIDAD Kg.	CANTIDAD 2,276.22	VALOR \$ 4	V.TOTAL US \$ 9,104.88
IV. ANALISIS ECONOMICO				
- Valor Bruto de la producción				9,104.88
- Costo total de la producción				2,552.56
- Utilidad Neta				6,552.32
- Índice de Rentabilidad (%)				71.9%
IR: UNx100/VBT				

Fuente: Elaborado y reformulado por E.E.M.

Cuadro 40.

COSTOS DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA DE CULTIVO DE QUINUA

Zona : Sierra - **DENSIDAD: D2 (20cm)**
 Tecnología : Media 1US \$: 3.50
 Superficie : 1 Ha - Región: ANCASH
 Siembra : Setiembre 2012 - Cosecha: Febrero 2013

ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	Costo Unit. (US \$)	Costo Total US \$)
I. COSTOS DIRECTOS				
2. PREPARACIÓN DE TERRENO				205
-Limpieza de terreno	Jornal	3	15	45
-Arado y rastra	Yunta	6	20	120
-Surcado	Yunta	2	20	40
2. SIEMBRA				165
-Siembra y abono	Jornal	11	15	165
3. LABORES CULTURALES				360
- Fertilización	Jr.	2	15	30
- Deshierbo	Jr.	10	15	150
- Aporque y control fitosanitario	Jr.	12	15	180
4. INSUMOS				784.80
- Semilla certificada	Kg.	10	11.43	114.30
- Fertilizantes 160-120-80 NPK/Ha				
- Urea $\text{CO}_2(\text{NO}_2)_2$	50Kg.	7	28	196
- Superfosfato triple Ca.	50Kg.	5	29	145
- Cloruro de potasio CIK	50Kg.	3	28	84
- Agua de riego	M ³	240	0.54	130
- Pesticidas				
-Vitavax (Captan + Carboxin)	Kg.	1.5	5	7.5
- Polirtan DF (Metyran)	Kg.	0.5	6	3.0
- Ridomil Mz (Metalaxil + Manc.)	Kg.	2	9	18.0
- Materiales				
- Sacos	N°	15	3	45
- Hoz	N°	7	6	42
5. COSECHA				335
- Corte del follaje	Jr.	15	15	225
- Trilla y venteo	Jr.	5	15	75
- Ensacado	Jr.	3	15	45
TOTAL: COSTOS DIRECTOS				US \$. 1,849.80
II.COSTOS INDIRECTOS				
A. LEYES SOCIALES (18% de C.D)				
B. GASTOS ADMINISTRATIVOS (10% de Costos Directos)				332.96
C. IMPREVISTOS (10% de C.D)				184.90
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				184.90
				US \$. 702.76
TOTAL GENERAL:				US \$2,552.56
III.VALOR DE LA COSECHA	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR \$	V.TOTAL US \$.
Quinoa (grano limpio)	kg	2,618.21	4	10,472.84
IV.ANALIIS ECONOMICO				
- Valor Bruto de la producción				10,472.84
- Costo total de producción				2,552.56
-Utilidad Neta				7,920.28
-Índice de Rentabilidad (%)				75.6%
IR: UNx100/VBT				

Fuente: Elaborado y reformulado por E.E.M.

Cuadro 41.
PROGRAMA SAS Versión 9.2
RENDIMIENTO DE QUINUA EN HUANCATELICA (ver cuadro 36).

```
DATA QUINUA;
TITLE "RENDIMIENTO DE QUINUA";
INUPTRAT $ BLOQ RDTO;
CARDS;
T1      1      2225.23
T1      2      2120.23
T1      3      2515.11
T1      4      2613.14
T1      5      2254.12
T2      1      2472.13
T2      2      2733.22
T2      3      2721.12
T2      4      2315.23
T2      5      2823.22
T3      1      2124.22
T3      2      2235.11
T3      3      1935.21
T3      4      2265.13
T3      5      1953.23
T4      1      2426.11
T4      2      2434.13
T4      3      2432.32
T4      4      2352.33
T4      5      2436.11
T5      1      1935.14
T5      2      2015.33
T5      3      1747.14
T5      4      2125.32
T5      5      1865.34
;
PROC PRINT;
PROC ANOVA;
CLASS TRAT BLOQ;
MODEL RDTO=TRAT BLOQ;
MEANS TRAT/DUNCAN TUKEY;
RUN;
```

PROGRAMA SAS. Versión 9.2**RENDIMIENTO DE QUINUA** 00:00 Tuesday, January 13, 2014 1

Obs	TRAT	BLOQ	RDTO
1	T1	1	2225.23
2	T1	2	2120.23
3	T1	3	2515.11
4	T1	4	2613.14
5	T1	5	2254.12
6	T2	1	2472.13
7	T2	2	2733.22
8	T2	3	2721.12
9	T2	4	2315.23
10	T2	5	2823.22
11	T3	1	2124.22
12	T3	2	2235.11
13	T3	3	1935.21
14	T3	4	2265.13
15	T3	5	1953.23
16	T4	1	2426.11
17	T4	2	2434.13
18	T4	3	2432.32
19	T4	4	2352.33
20	T4	5	2436.11
21	T5	1	1935.14
22	T5	2	2015.33
23	T5	3	1747.14
24	T5	4	2125.32
25	T5	5	1865.34

RENDIMIENTO DE QUINUA 00:00 Tuesday, January 13, 2014 2

Procedimiento ANOVA

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
TRAT	5	T1 T2 T3 T4 T5
BLOQ	5	1 2 3 4 5

Número de observaciones leídas	25
Número de observaciones usadas	25

RENDIMIENTO DE QUINUA 00:00 Tuesday, January 13, 2014 3

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: RDTO

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	8	1440935.932	180116.991	5.69	0.0016
Error	16	506389.954	31649.372		
Total corregido	24	1947325.886			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	RDTO Media
0.739956	7.792508	177.9027	2282.997

Fuente	DF	Cuadrado de Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TRAT	4	1411807.103	352951.776	11.15	0.0002
BLOQ	4	29128.828	7282.207	0.23	0.9174

RENDIMIENTO DE QUINUA 00:00 Tuesday, January 13, 2014 4

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango múltiple de Duncan para RDTO

NOTA: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	16

Error de cuadrado medio	31649.37			
Número de medias	2	3	4	5
Rango crítico	238.5	250.1	257.4	262.3

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Duncan Agrupamiento	Media	N	TRAT
A	2613.0	5	T2
A			
B A	2416.2	5	T4
B			
B	2345.6	5	T1
C	2102.6	5	T3
C			
C	1937.7	5	T5

RENDIMIENTO DE QUINUA 00:00 Tuesday, January 13, 2014 5

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para RDTO

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	16
Error de cuadrado medio	31649.37
Valor crítico del rango estudentizado	4.33269
Diferencia significativa mínima	344.71

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	TRAT
A	2613.0	5	T2
A			
B A	2416.2	5	T4
B A			
B A	2345.6	5	T1
B			
B C	2102.6	5	T3
C			
C	1937.7	5	T5

Lista de Figuras

Figura 50.
EFECTO DE LA DENSIDAD DE PLANTAS EN ALTURA DE PLANTA
DE QUINUA (m).
REGION DE ÁNCASH (PERÚ)

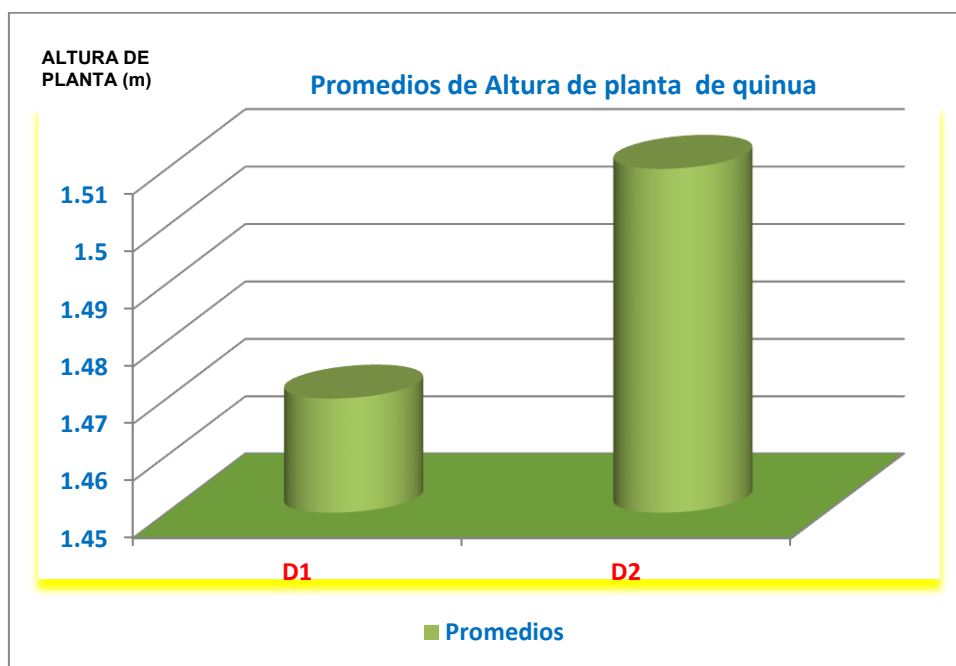
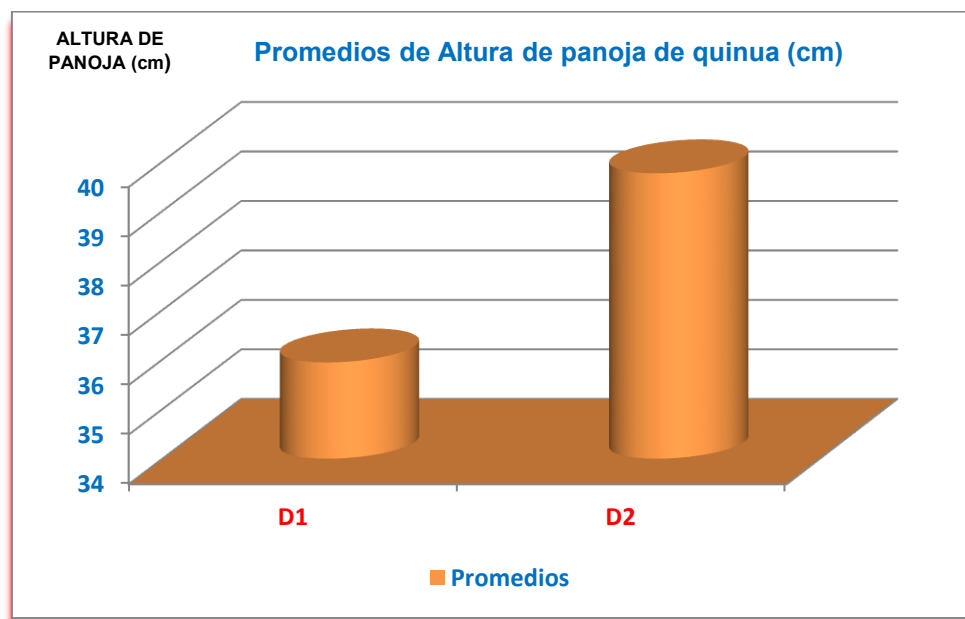


Figura 51.
EFECTO DE LA DENSIDAD DE PLANTAS EN ALTURA DE PANOJA
DE QUINUA (cm)
REGION DE ÁNCASH (PERÚ)



Fuente: E. Espinoza M. (2015) Lugar. Ocros, Ancash

Figura 52.
EFECTO DE DOS DENSIDADES DE RENDIMIENTO DE QUINUA

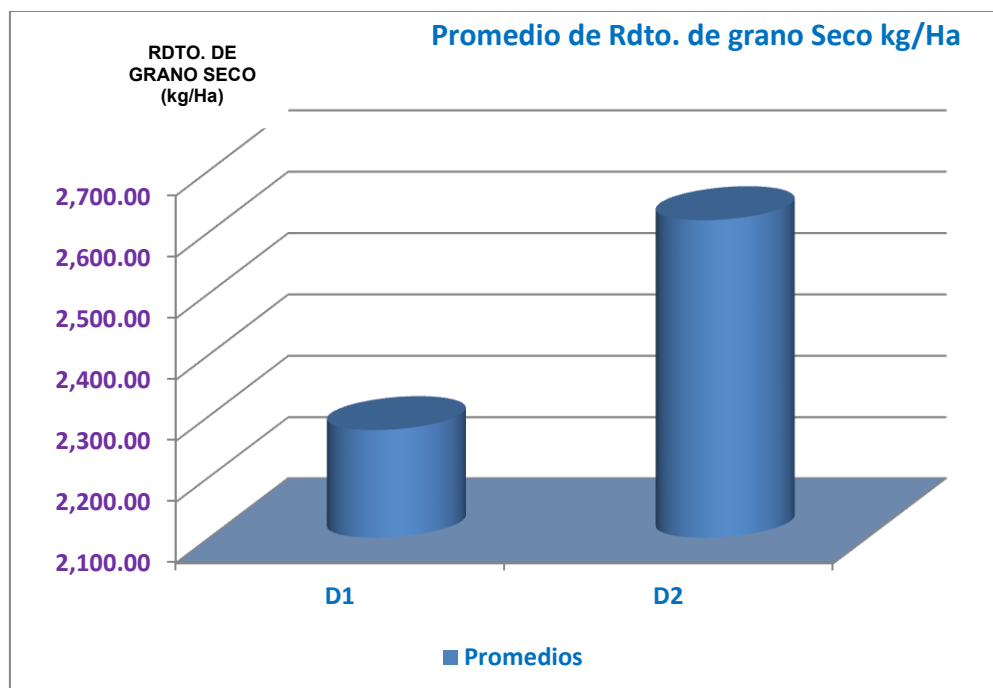
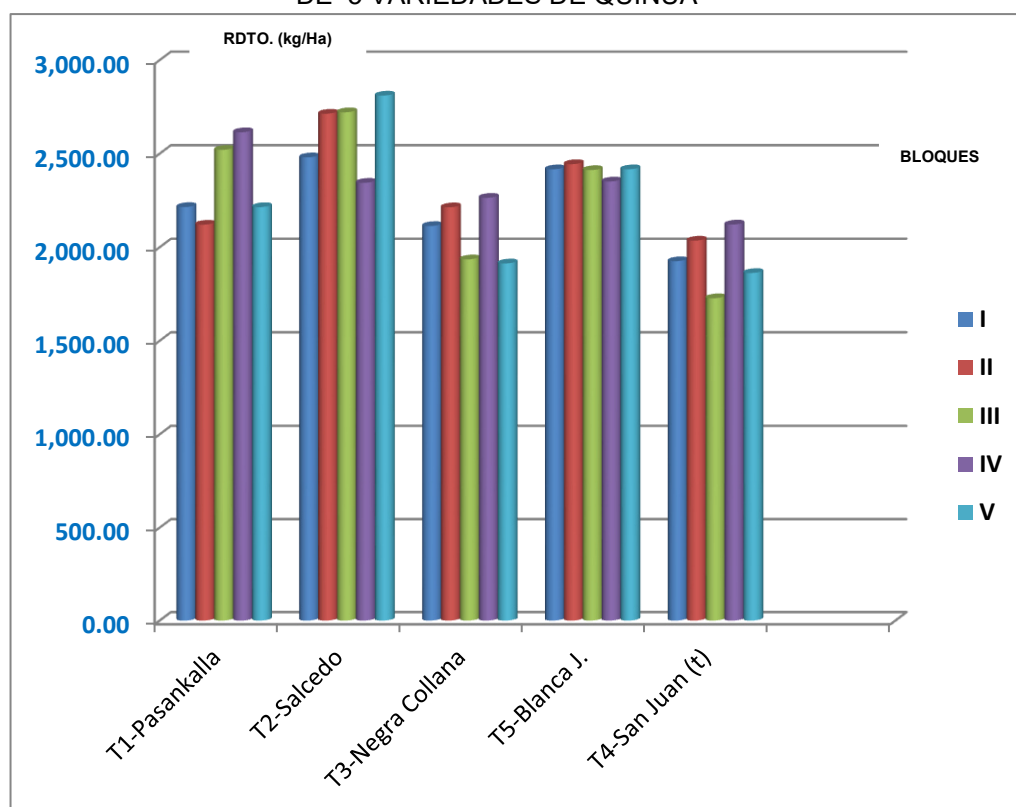


Figura 53.
EFECTO DE DOS DENSIDADES DE RENDIMIENTO (Kg/Ha)
DE 5 VARIEDADES DE QUINUA



Fuente: E. Espinoza M. (2015) Lugar. Ocros, Ancash.

Figura 54.

CARACTERÍSTICAS Y PROCEDENCIA DE LA VARIEDAD SALCEDO INIA

NOMBRE COMÚN

Salcedo INIA

PROCEDENCIA Y CARACTERÍSTICAS DE LA VARIEDAD	CARACTERÍSTICAS GASTRONÓMICAS
Procedente de la EEA. Salcedo: (Puno, Perú)	Grano : Grande de color blanco
Región natural de producción: Quechua y Suni	Proteína : > 14.5
Departamento/Regiones: Puno, Cusco, Ayacucho, Apurímac, Junín, Huánuco, Ancash, Huancavelica, y otros.	Color de epispermo ; Blanco
Provincias: Puno, SAN ROMAN.	Diámetro de grano: 2.0 mm
Época de siembra : Setiembre(secano)	Color del pericarpio: blanco opaco
Rango de altitud : 3.000 a 3.900 msnm	USOS DEL GRANO:
Época de cosecha : Febrero a Marzo	- En la preparación de sopas, guisos postres y bebidas.
Tolerante : Heladas y sequias	- Industrialmente: Quinoa perlada, harina, sémola y fideos.
Rendimiento experimental : 2 a 3 t/ha	
Rendimiento Potencial : 4 a 5 t/ha	
Variedad requerida : Agroindustria y mercado exterior	



Figura 55.
CARACTERÍSTICAS Y PROCEDENCIA DE LA VARIEDAD PASANKALLA
(INIA 415)

NOMBRE COMÚN
Pasankalla (INIA 415)



PROCEDENCIA Y CARACTERÍSTICAS DE LA VARIEDAD		CARACTERÍSTICAS GASTRONÓMICAS
Procedente de la EEA. Illpa (Pun, Perú)		Grano : color plumizo rosado
Región natural de producción: Quechua y Suni		Proteína : > 17
Departamento/Regiones: Puno, Cusco, Ayacucho, Apurímac, Junín, Huánuco, Ancash y Huancavelica.		Color del perigonio : púrpura
Periodo vegetativo: Precoz		Diámetro de grano: 2 mm.
Época de siembra	: Setiembre(secano)	Color del pericarpio: plomo claro
Rango de altitud	: 3.000 a 3.900 msnm	Forma de grano: cilíndrico
Época de cosecha	: Diciembre a Enero	Aspecto del perispermo: opaco
Periodo de maduración	: 150 días	
Rendimiento experimental	: 2 a 3 t/ha	
Rendimiento Potencial	: 4t /ha	



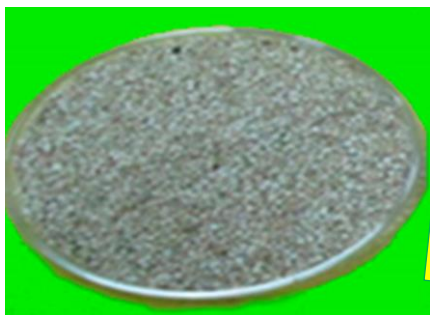
Fuente: Elaboración propia.

Foto: E .Espinoza M.

Figura 56.
CARACTERÍSTICAS Y PROCEDENCIA DE LA VARIEDAD NEGRA
COLLANA

NOMBRE COMÚN

Negra Collana
INIA 420



PROCEDENCIA Y CARACTERÍSTICAS DE LA VARIEDAD	CARACTERÍSTICAS GASTRONÓMICAS
Procedente de la EEA: C. Campesina Collana (Cabana, Puno)	Grano : negro brillante blanco
Región natural de producción: Quechua y Suni	Proteína : > 17
Departamento/Regiones: Puno, Cusco, Ayacucho, Apurímac, Junín, y otros.	Color de epispermo: Negro opaco
Provincias: San Román, Puno -Variedad: Precoz (140 a 150 días)	Diámetro de grano: 2.0 mm
Época de siembra : Setiembre(secano)	Color del perigonio: Plomo claro
Rango de altitud : 3500 a 3800 msnm.	Sabor del grano: dulce
Época de cosecha : Febrero a Marzo	
Tolerante : Enfermedades y heladas	
Rendimiento experimental : 1.5 t/ha	
Rendimiento Potencial : 2.0 t/ha	



Figura 57.
CARACTERÍSTICAS Y PROCEDENCIA DE LA VARIEDAD BLANCA JUNÍN

NOMBRE COMÚN
Blanca Junín



PROCEDENCIA Y CARACTERÍSTICAS DE LA VARIEDAD	CARACTERÍSTICAS GASTRONÓMICAS
Procedente del Perú: Germoplasma de Huancayo	Grano : Grande de color blanco
Región natural de producción: Quechua	Contenido de Proteína : > 12%
Departamento: Propia de la Región Central del Perú.	Color de grano : Blanco
Forma de panoja: Glomerulada Alogamia: 9% a 17%	Sabor del grano : Dulce
Época de siembra : Setiembre (secano)	Color del pericarpio: blanco opaco
Rango de altitud : 1,500 a 3500 msnm	Diámetro de grano : 2.2 mm
Época de cosecha : Febrero a Marzo	Color de epispermo: Blanco cremoso
Tolerante : Sequias y heladas	Aspecto del perispermo: Opaco
Rendimiento experimental : 2 a 3 t/ha.	
Altitud de siembra : 1500 a m 3500 msnm	
Rendimiento Potencial : 4 a 5 t/ha	
Variedad requerida : Agroindustria y mercado exterior	



Figura 58.
CARACTERÍSTICAS Y PROCEDENCIA DE LA VARIEDAD AMARILLA DE MARANGANI

NOMBRE COMÚN

Amarilla de Marangani



PROCEDENCIA Y CARACTERÍSTICAS DE LA VARIEDAD	CARACTERÍSTICAS GASTRONÓMICAS
Procedente del Perú: Marangani, Cusco	Grano : Grande de color amarillo anaranjado
Selección : Por Masal (En Andenes y Kayra)	
Región natural de producción: Quechua .Zona Sicuani	Contenido de Proteína : > 12%
Departamento: Propia de la Región Central del Perú.	Saponina: Alto contenido
Forma de panoja: Amarantiforme / glomerulada	Aspecto del perispermo: Opaco
Época de siembra : Setiembre (secano)	Color del pericarpio: amarillo opaco
Rango de altitud : 800 a 3,500msnm.	Diámetro de grano: 2.5 mm
Periodo vegetativo : Tardío (160- 180 días)	Color de epispermo: Amarillo cremoso
Resistente: Mildiu. Susceptible: heladas , K'cona K'cona	
Rendimiento experimental : 2 a 3 t/ha	
Rendimiento Potencial : 5 a 6 t/ha.	
Variedad requerida : Agroindustria y mercado exterior	



Fuente: Elaboración propia.

Foto: E .Espinoza M.

* * * * *